

EKONOMIESE BESLUITNEMINGSKRITERIA VIR WATERAANVRAAGBESTUUR & WATERBESPARING

Johannes Jacobus Hoffman

Tesis ingelewer ter gedeeltelike voldoening aan die vereistes vir die
graad Magister in Siviele Ingenieurswese aan die
Universiteit van Stellenbosch.



Studieleier : Dr. J.A. du Plessis

Maart 2011

Verklaring

Deur hierdie tesis elektronies in te lewer, verklaar ek dat die geheel van die werk hierin vervat, my eie, oorspronklike werk is, dat ek die alleenouteur daarvan is, reproduksie en publikasie daarvan deur die Universiteit van Stellenbosch nie derdepartyregte sal skend nie en dat ek dit nie vantevore, in die geheel of gedeeltelik, ter verkryging van enige kwalifikasie aangebied het nie.

Handtekening :
J.J. Hoffman

Datum :

SAMEVATTING

Daar word al hoe meer druk op bestaande hulpbronne geplaas om voldoende water te lewer. Die fokus skuif na effektiewe bestuur van hierdie hulpbronne. Wateraanvraagbestuur/ Waterbewaring (WAB/WB) projekte word geïmplementeer om krisisse van water tekorte aan te spreek en tyd te wen om nuwe hulpbronne te ontwikkel. Dit is wel moontlik om WAB/WB in geïntegreerde waterbron bestuur in te sluit en WAB/WB as 'n ekonomiese alternatief tot kapitale investering aan te wend.

Om die ekonomiese aspekte van WAB/WB te ondersoek, is daar op bestaande ekonomiese evaluerings metodes gefokus om verskillende opsies met mekaar te vergelyk. Uit die literatuur is gevind dat die belangrikste aspekte vir die ontleding van WAB/WB alternatiewe i.t.v. hul ekonomiese waarde, die koste van implementering van die WAB/WB alternatief is en die waterbesparing wat deur die implementering van die WAB/WB alternatief verkry word. WAB/WB modelle is ontwikkel om die verwagte water besparing van bepaalde WAB/WB alternatiewe te beraam. Die moontlike ekonomiese impak van bepaalde WAB/WB alternatiewe is deur die gebruik van hierdie modelle ondersoek.

Ekonomiese evaluerings modelle is opgestel om WAB/WB alternatiewe te ontleed. WAB/WB alternatiewe kan as 'n ekonomiese haalbare projek geïmplementeer word waar die kostes van die waterbesparings meer as die kapitale koste van die projek is. WAB/WB alternatiewe kan ook meer ekonomies as die ontwikkeling van nuwe bronne of opgradering van 'n bestaande netwerk wees. Laastens is die moontlikheid om WAB/WB as 'n alternatief te finansier deur die besparing wat bereik kan word deur 'n kapitale projek uit te stel, ondersoek.

Gevalle studies uit die literatuur, waar die kostes en waterbesparings bekend is, is ontleed deur van hierdie ekonomiese evaluerings modelle gebruik te maak. Vir elk van die gevalle studies is 'n koste vir die opgradering van die infrastruktuur beraam om die ekwivalente hoeveelheid water te voorsien as wat deur die WAB/WB alternatief bespaar is.

SYNOPSIS

The limited water supply and an increasing water demand means that the effective management of water resources becomes much more important than in the past. The implementation of water demand management / water conservation (WDM/WC) projects are usually used as a crisis management tool to reduce immediate water shortage and to allow time for the planning and construction of infrastructure to increase water supply. It is however possible to incorporate WDM/WC into integrated water resource management and to use WDM/WC as an economic viable option for the upgrade of infrastructure to balance supply and demand.

Existing economic evaluation methods to compare different options with each other were used to evaluate WDM/WC measures. Literature showed that to perform an economic evaluation of WDM/WC measures, the costs associated with the implementation of the WDM/WC measures, as well as the expected water saving from the implementation of the WDM/WC measure, must be known. Models were developed to estimate the expected water savings from different WDM/WC measures. The economic impacts of specific WDM/WC measures were investigated by using these models.

Different economic models were developed to perform an economic evaluation of WDM/WC measures. WDM/WC measures were evaluated in terms of its economic feasibility. Economical evaluations of WDM/WC measures were also done as an alternative to the upgrading of infrastructure. In the last evaluation, the financing of WDM/WC measures through the deferral of capital cost, was investigated.

Case studies from literature, where costs as well as water savings were available, were used to evaluate these WDM/WC measures by using the developed economic models. Cost estimates for the upgrading of infrastructure, to supply an equal amount of water as the water saving achieved in each case study, were done. These estimates were used to compare WDM/WC measure with the upgrading of infrastructure.

ERKENNINGS

Ek wil graag my opregte dank en waardering uitspreek teenoor elk van die volgende persone wat waardevolle bydraes gelewer het om hierdie tesis moontlik te maak:

- My studieleier, Dr J.A. du Plessis, vir sy leiding en ondersteuning.
- Mnr W. Enright vir sy hulp met die taalversorging van die dokument.
- My familie en vriende vir hul morele ondersteuning en geduld.

INHOUDSOPGAWE

| | |
|---|------|
| SAMEVATTING | i |
| SYNOPSIS | ii |
| LYS VAN TABELLE | vi |
| LYS VAN FIGURE | vii |
| TERMINOLOGIE | viii |
| AFKORTINGS | ix |
| LYS VAN SIMBOLE | x |
| 1. INLEIDING | 1 |
| 1.1. DOEL VAN STUDIE | 1 |
| 1.2. METODIEK VAN DIE STUDIE | 2 |
| 2. LITERATUURSTUDIE | 4 |
| 2.1. EKONOMIESE BESLUITNEMINGS KRITERIA AS DEEL VAN VEELVOUDIGE KRITERIUM BESLUITNEMINGS ONTLEDING | 4 |
| 2.2. TOEPASSING IN GEÏNTEGREERDE WATERBRON BESTUUR | 5 |
| 2.3. EKONOMIESE EVALUERING | 6 |
| 2.3.1. KOSTE – VOORDEEL ONTLEDING | 6 |
| 2.3.2. INTERNE OPBRENGS KOERS | 7 |
| 2.3.3. KOSTE EFFEKTIEWE ONTLEDING | 8 |
| 2.3.4. VERDISKONTERINGSKOERS | 10 |
| 2.4. OPGRADERING VAN INFRASTRUKTUUR | 12 |
| 2.4.1. DIE WATERVOORSIENINGSTELSEL | 12 |
| 2.4.1.1. WATERBRON | 12 |
| 2.4.1.2. RESERVOIRS | 12 |
| 2.4.1.3. SUIWERINGSWERKE | 12 |
| 2.4.1.4. GROOTMAAT VOORSIENINGS PYPLEIDINGS | 13 |
| 2.4.1.5. VERSPREIDINGSNETWERK | 13 |
| 2.4.1.6. RIOOLNETWERK | 14 |
| 2.4.1.7. RIOOLWERKE | 14 |
| 2.4.1.8. WEGDOENING VAN GESUIWERDE RIOOLWATER | 14 |
| 2.5. IMPLEMENTERING VAN WAB/WB OPSIES | 15 |
| 2.5.1. VERBRUIKER AANVRAAG BESTUUR | 15 |

| | |
|---|----|
| 2.5.1.1. BEWUSMAKING | 15 |
| 2.5.1.2. PRYSVASSTELLING | 16 |
| 2.5.1.2.1. TARIEFSTRUKTUUR | 16 |
| 2.5.1.2.2. PRYS ELASTISITEIT | 17 |
| 2.5.1.3. OPTIMISERING VAN INFRASTRUKTUUR | 20 |
| 2.5.1.3.1. TOILETBASSE | 20 |
| 2.5.1.3.2. URINALE | 20 |
| 2.5.1.3.3. KRANE | 21 |
| 2.5.1.3.4. STORTKOPPE | 21 |
| 2.5.1.3.5. BADDENS | 22 |
| 2.5.1.3.6. DRUKVERLAGINGSKLEPPE | 24 |
| 2.5.2. VERLIESBEHEER | 24 |
| 2.5.2.1. METERING EN SONERING | 24 |
| 2.5.2.1.1. MODELEERING VAN 'N METER ONDERHOUDSPROGRAM | 25 |
| 2.5.2.2. DRUKBEHEER | 27 |
| 2.5.2.3. LEKKASIE OPSPORING EN BEHEER | 29 |
| 2.5.2.3.1. MINIMUM NAGVLOEI | 30 |
| 2.5.2.3.2. KLANK OPSPORING | 31 |
| 2.5.2.3.3. LEKKASIE GERAAS KORRELASIE | 31 |
| 2.5.2.3.4. STAP TOETSE | 31 |
| 2.5.2.3.5. GROND PENETRERENDE RADAR | 32 |
| 2.5.2.3.6. GERAAS REGISTREERDERS | 32 |
| 2.5.3. ALTERNATIEWE BRONNE | 32 |
| 2.5.3.1. HERGEBRUIK | 32 |
| 2.5.3.1.1. INDIVIDUELE HERGEBRUIK | 33 |
| 2.5.3.1.2. GESUIWERDE RIOOLWATER | 33 |
| 2.5.3.2. REËNWATER | 34 |
| 2.6. WATER AANVRAAG | 36 |
| 2.6.1. WATERBALANS | 36 |
| 2.6.1.1. DEFINISIE VAN DIE WATERBALANS TERME | 36 |
| 2.6.1.2. NIE-INKOMSTE WATER vs. NIE VERANTWOORDBARE WATER | 39 |
| 2.6.2. OPTIMUM WATERVERLIESE | 40 |
| 2.6.3. VOORBEELD VAN 'N WATERBALANS BEREKENING | 41 |
| 2.7. OPSOMMING | 45 |

| | | |
|------------|---|----|
| 3. | DATA VERWERKING | 46 |
| 3.1. | OPSTEL VAN DIE EKONOMIESE BESLUITNEMINGSKRITERIA MODEL | 49 |
| 3.1.1. | WAB/WB ALTERNATIEWE MODELLE | 50 |
| 3.1.1.1. | PRYSVASSTELLING | 50 |
| 3.1.1.1.1. | MODELEERING VAN PRYSVASSTELLING | 50 |
| 3.1.1.1.2. | VERWAGTE VERANDERING VAN WATERVERBRUIK WEENS WATERTARIEF VERHOOGING VAN STAD KAAPSTAD. | 57 |
| 3.1.1.2. | METING & SONERING | 60 |
| 3.1.1.2.1. | MODELEERING VAN 'N METER ONDERHOUDSPROGRAM | 62 |
| 3.1.1.2.2. | EVALUERING VAN DIE KOSTE VAN DIE ONDERHOUDSPROGRAM | 62 |
| 3.1.1.2.3. | SENSITIWITEITS ONTLEDING | 66 |
| 3.1.1.3. | DRUKBEHEER | 67 |
| 3.1.1.3.1. | WATER BESPARING WEENS DRUKBEHEER | 68 |
| 3.1.1.3.2. | KOSTE VAN DRUKBEHEER | 70 |
| 3.1.1.3.3. | EKONOMIESE EVALUERINGS OPSIES VIR DRUKBEHEER | 71 |
| 3.1.1.4. | LEKKASIE OPSPORING EN BEHEER | 73 |
| 3.1.1.4.1. | WATER BESPARING WEENS LEKKASIE OPSPORING | 73 |
| 3.1.1.4.2. | KOSTE VAN LEKKASIE OPSPORING | 75 |
| 3.1.1.4.3. | EKONOMIESE EVALUERINGS OPSIES VIR LEKKASIE OPSPORING | 75 |
| 3.1.2. | KOSTE VAN INFRASTRUKTUUR | 76 |
| 3.1.3. | EKONOMIESE ONTLEDINGS MODELLE | 78 |
| 3.1.3.1. | UITSTEL VAN KAPITALE SPANDERING | 78 |
| 3.1.3.2. | WAB/WB AS EKONOMIESE HAALBARE PROJEK | 86 |
| 3.1.3.3. | WAB/WB AS ALTERNATIEWE OPSIE | 87 |
| 3.2. | ONTLEDING VAN BESKIKBARE DATA UIT LITERATUUR | 88 |
| 3.2.1. | ONTLEDING VAN RESULTATE VAN GEIMPLEMETEERDE WAB/WB PROJEKTE | 89 |
| 3.2.1.1. | UITSTEL VAN KAPITALE SPANDERING | 90 |
| 3.2.1.2. | WAB/WB AS EKONOMIESE HAALBARE PROJEK | 91 |
| 3.2.1.3. | WAB/WB AS ALTERNATIEWE OPSIE | 93 |
| 4. | BESPREKING VAN RESULTATE. | 97 |

| | | |
|------|--|-----|
| 4.1. | UITSTEL VAN KAPITALE SPANDERING | 97 |
| 4.2. | WAB/WB AS EKONOMIESE HAALBARE PROJEK | 99 |
| 4.3. | WAB/WB AS ALTERNATIEWE OPSIE | 100 |
| 4.4. | OPTIMISERING VAN METER ONDERHOUDSPROGRAM. | 102 |
| 4.5. | VERWAGTE VERANDERING VAN WATER VERBRUIK WEENS WATER TARIEF VERHOGING VAN STAD KAAPSTAD. | 103 |
| 5. | GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS | 105 |
| 6. | VERWYSINGS | 108 |

BYLAE 1. MAANDELIKSE VPI, REPO EN PRIMA WAARDES
(1995 – 2010).

BYLAE 2. PRYSVASSTELING MODEL : TARIEF VERHOGING VAN
STAD KAAPSTAD VIR 2010/11.

BYLAE 3. METER ONDERHOUDSPROGRAM GRAFIEKE.

BYLAE 4. KAPITALE EENHEIDSKOSTE VAN INFRASTRUKTUUR.

BYLAE 5. GEÏMPLEMENTEERDE WAB/WB PROJEKTE.

BYLAE 6. INFRASTRUKTUUR KOSTES VIR GEÏMPLEMENTEERDE
PROJEKTE UIT DIE LITERATUUR.

LYS VAN TABELLE

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabel 2.1. | Voorbeeld van `n URV berekening. | 9 |
| Tabel 2.2. | Prys elastisiteitsindekswaardes. | 19 |
| Tabel 2.3. | Vloeitempo's van krane. | 21 |
| Tabel 2.4. | Vloeitempo klasifikasie van stortkoppe. | 21 |
| Tabel 2.5. | WATERVERBRUIK VAN BADENS. | 22 |
| Tabel 2.6. | Waterkwaliteit vir hergebruik alternatiewe. | 33 |
| Tabel 2.7. | Tipiese waterverbruike volgens die waterbalans. | 39 |
| Tabel 2.8. | Gemeterde waterverbruik: 01/07/2009 – 30/06/2010 | 42 |
| Tabel 3.1. | Evaluering van WAB/WB alternatiewe. | 49 |
| Tabel 3.2. | Pryvasstelling veranderlikes vir geval 1. | 58 |
| Tabel 3.3. | Resultate van tarief verhoging vir geval 1. | 59 |
| Tabel 3.4. | Pryvasstelling veranderlikes vir geval 2. | 59 |
| Tabel 3.5. | Resultate van tarief verhoging vir geval 2. | 60 |
| Tabel 3.6. | Berekening van infrastruktuur kostes – voorbeeld. | 77 |
| Tabel 3.7. | Waardes van (i'f) vir verskillende waardes van (i) en (f). | 80 |
| Tabel 3.8. | Geïmplementeerde projekte uit die literatuur. | 89 |
| Tabel 3.9. | WAB/WB projekte. | 90 |
| Tabel 3.10. | Resultate van uitstel van kapitale spandering. | 91 |
| Tabel 3.11. | Ekonomiese haalbaarheid vir 10 jaar termyn. | 92 |
| Tabel 3.12. | Opsomming van die ekonomiese haalbare projekte. | 93 |
| Tabel 3.13. | URV vir 10 jaar termyn. | 94 |
| Table 3.14. | Opsomming van die URV van al die projekte. | 94 |
| Tabel 3.15. | Data vir die berekening van kapitale projekkostes. | 95 |
| Tabel 3.16. | URV vir soortgelyke kapitale projekte. | 96 |

LYS VAN FIGURE

| | | |
|--------------|---|-----|
| Figuur 1.1. | Basiese voorsieningstelsel. | 2 |
| Figuur 2.1. | REPO uitleenkoers. | 10 |
| Figuur 2.2. | Inflasiekoers: 1960 – 2010. | 11 |
| Figuur 2.3. | Verband tussen Q en P (liniêr). | 18 |
| Figuur 2.4. | Verband tussen Q en P (nie-liniêr). | 18 |
| Figuur 2.5. | Verband tussen Q en P (Stephenson). | 18 |
| Figuur 2.6. | Bad vs. stort. | 23 |
| Figuur 2.7. | Die verband tussen druk en lekkasietempo. | 28 |
| Figuur 2.8. | Komponente van die waterbalans. | 36 |
| Figuur 2.9. | Jaarlikse waterbalans voorbeeld. | 43 |
| Figuur 2.10. | Berekening van waterverliese. | 44 |
| Figuur 3.1. | WAB/WB modelle. | 47 |
| Figuur 3.2. | Ekonomiese ontledings modelle. | 48 |
| Figuur 3.3. | Verdeling van Wateraanvraagbestuursopsies. | 49 |
| Figuur 3.4. | Die verwagte impak van die watertarief verandering op die verbruik. | 52 |
| Figuur 3.5. | Skematiese uitleg van 'n meter onderhoudsprogram. | 62 |
| Figuur 3.6. | Optimisering van watermeter onderhoudsprogram. | 65 |
| Figuur 3.7. | Impak van verskillende veranderlikes op (PER). | 67 |
| Figuur 3.8. | Druk variasie oor 24 uur periode by die kritiese punt. | 68 |
| Figuur 3.9. | Ekonomiese evaluering van drukbeheer – voorbeeld. | 72 |
| Figuur 3.10. | Voorgestelde prestasieriglyne. | 74 |
| Figuur 3.11. | Uitstel van kapitale spandering vs. WAB/WB. | 83 |
| Figuur 3.12. | Uitstel van kapitale spandering vs. WAB/WB – Voorbeeld. | 85 |
| Figuur 4.1. | Resultate van uitstel van kapitale spandering. | 97 |
| Figuur 4.2. | Resultate van WAB/WB as ekonomies haalbare projek. | 99 |
| Figuur 4.3. | Resultate van WAB/WB as alternatiewe opsie. | 101 |
| Figuur 4.4. | Verandering in die water verbruik en verkope weens prysvasstelling. | 103 |

TERMINOLOGIE

| (AFRIKAANS) | - | (ENGELS) |
|--|---|---|
| Bruikbaarheidswaarde | - | Utility value |
| Geïntegreerde Waterbron bestuur | - | Integrated water resource management (IWRM) |
| Gemagtigde verbruik | - | Authorised consumption |
| Infrastruktuur lekkasie indeks | - | Infrastructure leakage index (ILI) |
| Inkomste generende water | - | Revenue water |
| Nie inkomste generende water | - | Non-revenue water (NRW) |
| Nie verantwoordbare water | - | Unaccounted-for water |
| Onverrekenende gemagtigde verbruik | - | Unbilled authorised consumption |
| Optimisering van infrastruktuur | - | Retrofit |
| Riglynwaardes | - | Benchmark |
| Skynbare verliese | - | Apparent losses |
| Veelvoudige kriterium besluitnemings ontleding | - | Multi criteria decision analysis (MCDA) |
| Verrekenende gemagtigde verbruik | - | Billed authorised consumption |
| Verrekenende gemeterde verbruik | - | Billed metered consumption |
| Verrekenende ongemeterde verbruik | - | Billed unmetered |
| Verrekenende uitgevoerde verbruik | - | Billed water exported |
| Ware verliese | - | Real losses |
| Wateraanvraagbestuur / Waterbewaring (WAB/WB) | - | Water demand management / Water conservation (WDM/WC) |

AFKORTINGS

| | | |
|--------|---|--|
| ASU | - | Outomatiese spoel urinale |
| CARL | - | Huidige ware verliese |
| GWB | - | Geïntegreerde waterbron bestuur |
| IAW | - | Internationale Water Assosiasie |
| ILI | - | Infrastruktuur lekkasie indeks |
| NPV | - | Netto huidige waarde |
| NRW | - | Nie inkomste generende water |
| UARL | - | Onvermydelike jaarlikse ware verliese |
| UAW | - | nie verantwoordbare water |
| URV | - | Eenheids verwysings waarde |
| VKBO | - | Veelvoudige kriterium besluitnemings ontleding |
| VPI | - | Verbruikersprys indeks |
| WAB/WB | - | Wateraanvraagbestuur /Waterbewaring |

LYS VAN SIMBOLE

| | | |
|-----------|---|--|
| B | - | Die gemiddelde akkuraatheid by jaar 0. |
| $B_{i,j}$ | - | Bruikbaarheidswaarde van alternatief (j) vir kriterium (i) |
| CARL | - | Huidige jaarlikse ware verliese (liter/dag). |
| CMT | - | Gemiddelde koste om 'n watermeter te toets. |
| CRR | - | Gemiddelde koste verbonde aan die verwydering en vervanging van die meter (R). |
| CTR | - | Gemiddelde koste verbonde aan die toets en herstel van die meter (R). |
| CW | - | Gemiddelde verkoopprijs van die water (R/kl). |
| dP | - | Verandering in water verbruik. |
| dQ | - | Verandering in prys. |
| e | - | Prys elastisiteitsindeks. |
| E_n | - | Ekonomiese voordeel weens die uitstel van kapitale spandering met (n) jaar. |
| f | - | Inflasiekoers. |
| i' | - | Effektiewe diskonteringskoers. |
| ILI | - | Infrastruktuur lekkasie indeks. |
| ILI_H | - | Huidige ILI waarde. |
| ILI_V | - | Verwagte ILI waarde. |
| k_1 | - | % WAB/WB besparing. |
| k_2 | - | % groeikoers in wateraanvraag. |
| k_3 | - | % van die kapitale koste van die opgradering beskikbaar vir die implementering van WAB/WB alternatief. |
| K_0 | - | Huidige kapitale koste van die opgradering. |
| K_t | - | 'n Bepaalde koste in jaar (t). |
| K_w | - | Koste van die WAB/WB opsie. |
| L_0 | - | Die lekkasie tempo by toestand 1. |
| L_1 | - | Die lekkasie tempo by toestand 1. |
| L_B | - | Verwagte Besparing (l/d). |
| L_p | - | Die gemiddelde lengte van die verbindingspyp tussen die netwerk en die meter van die endverbruiker. |
| L_m | - | Totale Lengte van die pyplyn netwerk in die stelsel (km). |
| M | - | Helling van die Akkuraatheid / Ouderdoms kurwe. |
| MRATE | - | Gemiddelde jaarlikse gemeterde waterverbruik (kl/jaar). |
| n | - | Lengte in jare van die lewenssiklus van die projek. |
| N1 | - | Die eksponensiële faktor wat die verband beskryf. |

| | | |
|-------------|---|--|
| N_c | - | Aantal verbruiker aansluitings. |
| NMET | - | Aantal meters in die stelsel. |
| NPV | - | Netto huidige waarde. |
| P | - | Die gemiddelde druk in die stelsel. |
| P_0 | - | Die druk in die netwerk by toestand 0. |
| P_1 | - | Die druk in die netwerk by toestand 1. |
| P_j | - | Totale punt van alternatief (j). |
| P_{Kmin} | - | Die minimum druk by die kritiese punt in die netwerk. |
| P_{KminT} | - | Die toelaatbate minimum druk by die kritiese punt in die netwerk. |
| $P(MT_f)$ | - | Die waarskynlikheid dat 'n watermeter buite spesifikasie toets. |
| PER | - | Toets periode. |
| $PV(X_i)$ | - | Huidige waarde van X_i |
| PVW | - | Huidige waarde van die water oor die lewenssiklus van die alternatief. |
| Q | - | WATERVERBRUIK (kl). |
| r | - | Verdiskonterings koers. |
| r^* | - | Interne opbrengskoers. |
| RFAIL | - | Gemiddelde watermeter falings tempo (per meter – jaar). |
| t | - | Jaar van evaluering van item. |
| TFAIL | - | Gemiddelde tydperk wat 'n foutiewe watermeter in diens bly voordat dit deur die finansiële stelsel geïdentifiseer word (jaar). |
| UARL | - | Onafwendbare jaarlikse ware verliese (liter/dag). |
| V_t | - | 'n Bepaalde voordeel in jaar (t). |
| VPI_r | - | Verbruikersprys indeks aan die end van jaar. |
| VPI_{r-1} | - | Verbruikersprys indeks aan die begin van jaar. |
| w_i | - | Gewig van kriterium (i). |
| W_0 | - | Huidige waterbehoefte. |
| W_1 | - | Waterbehoefte na WAB/WB besparings. |
| W_t | - | Volume water gelewer deur die alternatief in jaar (t). |
| WM_N | - | Gemiddelde koste van 'n nuwe watermeter. |
| X_i | - | 'n Spesifieke koste of voordeel in Rand waarde. |

1. INLEIDING

1.1. DOEL VAN STUDIE

Die implementering van Wateraanvraagbestuur/Waterbewaring (WAB/WB) raak 'n al hoe meer aktuele onderwerp soos beskikbaarheid van waterbronne onder druk geplaas en die implementeering daarvan al hoe meer noodsaaklik raak. In die praktyk word baie WAB/WB opsies eers intensief uitgeoefen wanneer krisis dreig. Dit vorm nie noodwendig deel van die beplanningsproses van watervoorsiening nie. Dit geld veral vir kleiner waterdiensteverskaffers. Dit is egter moontlik om WAB/WB as 'n lewensvatbare en koste effektiewe alternatief te implementeer om aan die aanvraag na water te voldoen.

Navorsing (Frank,2007:24) oor die implementering van ekonomiese konsepte en die hulpmiddels in die water voorsieningsveld het aangetoon dat die gebruik van ekonomiese beginsels in die besluit of aanvraag vermindering goedkoper as die verhoging in voorsiening is.

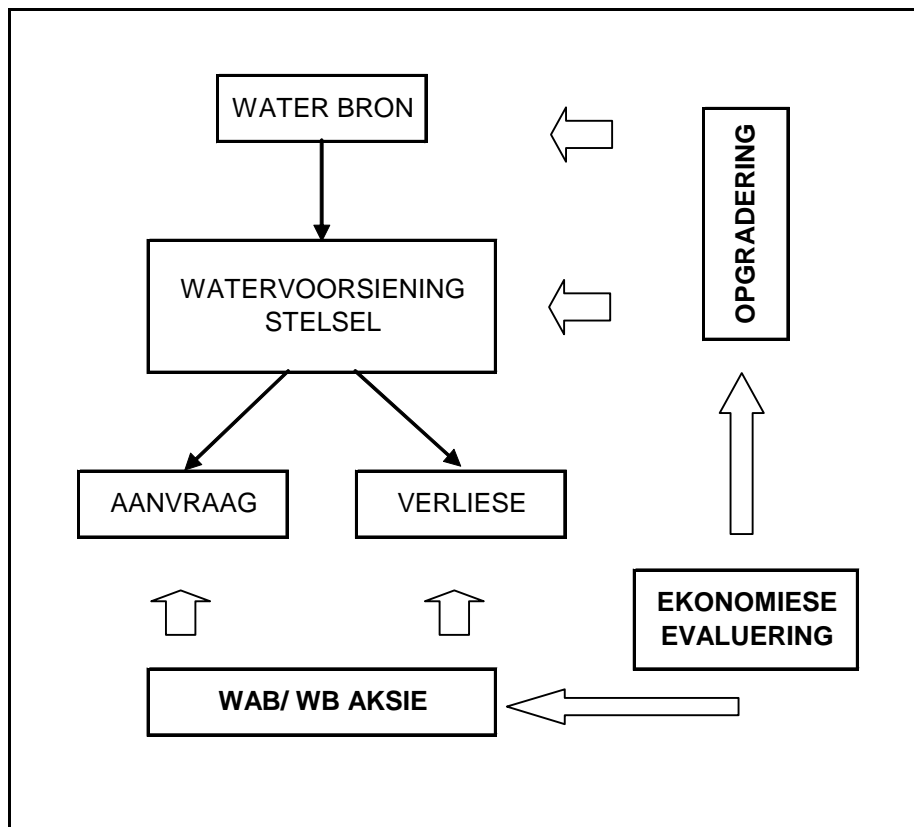
Hierdie tesis het ten doel om :

1. 'n Uiteensetting van die minimum noodsaaklike vereistes te gee wat nodig is om te verseker dat sinvolle resultate uit so 'n ekonomiese evaluering verkry kan word.
2. Modelle op te stel om die impak van die mees relevante WAB/WB alternatiewe te bepaal en die WAB/WB alternatiewe ekonomies te ontleed.
3. Vas te stel of die aanwending van WAB/WB 'n ekonomiese alternatief kan wees.

1.2. METODIEK VAN DIE STUDIE

In die proses om 'n ekonomiese besluitnemings model vir die evaluering van WAB/WB op te stel is dit noodsaaklik om die meganismes waarvolgens die evaluering plaasvind, te evalueer. 'n Ekonomiese besluitnemings model word deur kostes gedryf en lei tot die oorweging van verskeie alternatiewe. Die studie fokus dus eerstens op die verskeie kostes wat in die watervoorsieningsproses betrokke is en tweedens hoe hierdie kostes tydens implementering van verskeie opsies verander. Hierdie opsies kan spruit uit 'n poging om kostes te verlaag of weens die tekortkominge in die bestaande stelsel wat verbeter moet word of kapasiteite wat vergroot moet word. Tydens hierdie proses is daar gewoonlik verskeie alternatiewe opsies beskikbaar om dieselfde doel te bereik. In die evaluering van hierdie opsies is daar verskeie metodes wat gebruik kan word, waarvan 'n ekonomiese evaluering een is.

Figuur 1.1 toon 'n skematiese uiteensetting van hoe 'n watervoorsieningstelsel aan die waterbehoefte voldoen. Indien daar nie aan die aanvraag voldoen kan word nie, is twee alternatiewe moontlik: Verhoog die kapasiteit of verlaag die aanvraag. In hierdie studie word slegs op die verhoging van kapasiteit deur opgraderings en die verlaging van aanvraag deur WAB/WB gefokus.



Figuur 1.1 Basiese voorvoorsieningstelsel.

Om die doelwitte van die studie te bereik word drie sleutel punte ondersoek nl. :

- Die ekonomiese evalueringsmetodes.
- WAB/WB alternatiewe en die wisselwerking in die stelsel.
- Impakte van opgraderings op die voorsieningstelsel.

Die literatuurstudie fokus op verskeie ekonomiese evalueringsmetodes wat gebruik kan word om die verskillende alternatiewe teenoor mekaar op te weeg. Die mees geskikte metode word dan vir verdere toepassing in hierdie studie gekies.

In die studie word verskeie WAB/WB alternatiewe ondersoek. In die ondersoeke word die impakte wat die implementering van die verskeie WAB/WB alternatiewe op die voorsieningstelsel en die onderskeie komponente daarvan kan hê, asook kostes verbonde aan die implementering daarvan, bestudeer. Om hierdie kostes te kwantifiseer word resultate van bestaande WAB/WB projekte geëvalueer. Hierdie kostes en impakte op die stelsel word in terme van basiese verwysingswaardes uitgedruk. Hierdie waardes word as invoer waardes vir die model gebruik. Om die effektiwiteit vir die gebruik van hierdie waardes as invoerwaardes in die model te toets, word die beskikbaarheid van hierdie data in die praktyk geëvalueer deur dit met verskeie watervoorsienings verskaffers te bespreek.

Vir die bepaling van opgraderingskoste word verskeie bestaande metodes met verskeie riglynwaardes en bestaande projektkoste vergelyk. Dieselfde proses vir die bepaling van invoer parameters as vir die van WAB/ WB opsies word gevolg. Hierdie parameters is nodig sodat die model veralgemeen kan word en dus op enige geval van toepassing gemaak kan word. Alhoewel dit tot verlaging in die akkuraatheid kan lei, bly die fokus nog steeds op die model om as deel van 'n eerste fase evaluerings proses te funksioneer.

Na afloop van die opstelling van die ekonomiese besluitnemings model, word die model op 'n gevallestudie toegepas en t.o.v. sensitiwiteit en akkuraatheid geëvalueer.

2. LITERATUURSTUDIE

Met die oplos van enige probleem is daar verskeie roetes wat gevolg kan word, wat weer tot verskeie alternatiewe oplossingsmoontlikhede lei. Aangesien nie alle alternatiewe gevolg kan word nie moet daar 'n keuse gemaak word. Die verskillende keuses moet dus teen mekaar opgeweeg word. Die mees geskikste alternatief hang van plaaslike omstandighede af, wat die proses nog meer ingewikkeld maak. Daar moet dus 'n meganisme gevind word om hierdie alternatiewe op 'n objektiewe manier met mekaar te vergelyk.

2.1. EKONOMIESE BESLUITNEMINGS KRITERIA AS DEEL VAN VEELVOUDIGE KRITERIUM BESLUITNEMINGS ONTLEDING

Om die alternatiewe teen mekaar op grond van ekonomiese beginsels op te weeg is een evaluerings moontlikheid. Dit is egter nie moontlik om alle faktore wat 'n rol in hierdie besluit speel na 'n monetêre waarde om te skakel nie, en ander metodes moet dus gevolg word. Die veelvoudige kriterium besluitnemings ontleding (VKBO) is 'n besluitnemings metode waarvolgens alternatiewe volgens verskillende uitkoms kriteria oorweeg word. Volgens die metode word daar 'n matriks tussen uitkomst en alternatiewe opgetrek. Vir elke alternatief en uitkoms word 'n bruikbaarheidswaarde toegeken. Hierdie bruikbaarheidswaarde word volgens een of ander skaal toegeken (Tussen 0 en 1 of tussen 0 en 100). 'n Relatiewe gewig word aan elke alternatief toegeken, waarna 'n totale punt aan elke opsie volgens vergelyking 2.1. bereken word (Green 2003:194).

$$P_j = \sum w_i \times B_{i,j} \quad \text{Vergelyking 2.1}$$

P_j = Totale punt van alternatief (j).

w_i = Gewig van kriterium (i).

$B_{i,j}$ = Bruikbaarheidswaarde van alternatief (j) vir kriterium (i)

Indien 'n veelvoudige kriterium besluitnemings ontleding gebruik word, is dit egter belangrik om op die keuse van gewigte en bruikbaarheidswaarde skale te let. Dit kan 'n groot impak op die effektiewe toepassing van 'n veelvoudige kriterium besluitnemings ontleding hê. Dit is noodsaaklik dat enige veelvoudige kriterium besluitnemings ontleding dus deur 'n sensitiwiteit analise getoets en verbeter moet word.

In enige veelvoudige kriterium besluitnemings ontleding is daar egter 'n finansiële en 'n ekonomiese kriterium waar die verskillende alternatiewe deur 'n ekonomiese evaluering vergelyk word. Hoe groot die impak van hierdie kriterium is, word deur die gewig wat daaraan toegeken word bepaal. Deur dit egter deel te maak van 'n veelvoudige kriterium besluitnemings ontleding is dit moontlik om impakte wat nie in monetêre waarde kwantifiseerbaar is nie, ook in berekening te bring. Dit sluit sosio-ekonomiese en omgewings impakte in. Dit is voordelig om 'n ekonomiese besluitnemingskriterium in 'n groter veelvoudige kriterium besluitnemings ontleding in te sluit, eerder as om dit as enigste meganisme van besluitneming te gebruik. Alhoewel daar in hierdie studie slegs na die ekonomiese besluitnemingskriterium gekyk word, behoort dit deel van 'n groter besluitnemingsproses soos 'n veelvoudige kriterium besluitnemings ontleding te vorm.

2.2. TOEPASSING IN GEÏNTEGREERDE WATERBRON BESTUUR

Geïntegreerde waterbron bestuur (GWB) is 'n implementering strategie om billike en volhoubare gebruik van bestaande waterbronne te verseker.

Met die beperkte waterbronne in Suid Afrika het dit al hoe meer noodsaaklik geraak dat hierdie bronne effektief bestuur word. In hierdie proses word die vraag gevra of dit nie beter is om die toenemende wateraanvraag te verminder eerder as om meer water te voorsien nie. Dit is in GWB waar ekonomiese kriteria die eerste keer in die water sektor gebruik is om voorsienings opsies met aanvraag alternatiewe (WAB/WB) te evalueer en waar getoon is dat WAB/WB alternatiewe wel ekonomies haalbaar is. Een van die bekende voorbeelde van 'n suksesvol geïmplementeerde WAB/WB is die Khayalitsha projek (McKenzie, Mostert & De Jager, 2004:13-17).

Verskeie redes kan aangevoer word hoekom dit slegs in GWB is waar die oorweging van WAB/WB as alternatief vir hulpbron ontwikkeling plaasvind. Die belangrikste hiervan is omdat ontwikkeling van nuwe waterhulpbronne al dunder raak namate die meer ekonomiese opsies geïmplementeer word. Nog 'n potensiële rede is dat waterhulpbronne nie noodwendig in kleiner fases ontwikkel kan word nie en groot kapitale spandering dus benodig word. Hierdie redes is egter nie so belangrik as die wete dat dit wel moontlik is om WAB/WB ekonomies te regverdig en dat sulke projekte reeds geïmplementeer is nie.

Die vraag ontstaan egter of dit moontlik is om WAB/WB opsies ekonomies te regverdig indien ander infrastruktuur beperkings binne 'n watervoorsieningstelsel bestaan.

2.3. EKONOMIESE EVALUERING

Green (2003:9-11) evalueer verskeie moontlike definisies in die water sektor vir die term “ekonomie” soos deur verskeie skrywers (Steward, 1844, Kant; 1785; Simon 1986) voorgestel is en beveel aan dat Robbins & Samuelson (Green and Newsome, 1992) se kern beskrywing van “The application of reason to choice”, of anders gestel die toepassing van rede op keuses, gebruik word. In ’n proses van toepassing van rede op keuses is verskeie metodes ontwikkel om hierdie keuses op ’n monetêre vlak objektief te vergelyk.

2.3.1. KOSTE – VOORDEEL ONTLEDING

’n Koste-voordeel analise is daarop gebaseer dat vir enige projek om lewensvatbaar te wees, die voordele verkry uit die projek meer moet wees as wat dit kos om die projek te implementeer. Om ’n objektiewe beeld te kry moet die koste en die voordele oor die volle lewenssiklus van die projek evalueer word. Hierdie kostes en voordele verskil oor die lewenssiklus van die projek en om dit te vergelyk moet dit na ’n huidige waarde omgeskakel word. Dit maak dit moontlik om kostes en voordele met mekaar op ’n gelyke basis te vergelyk. Die huidige waarde van enige bepaalde koste of voordeel word volgens vergelyking 2.2 bereken (Furumele, 2004:24).

$$PV(X_i) = \frac{X_i}{(1+r)^n} \quad \text{Vergelyking 2.2}$$

Met

X_i = ’n Spesifieke koste of voordeel in Rand waarde.

r = Verdiskonterings koers.

n = Die jaar waarin X_i plaasvind vanaf die huidige .

$PV(X_i)$ = Huidige waarde van X_i .

As alle kostes en voordele na ’n huidige waarde omgeskakel word, kan die kostes van die voordele afgetrek word om die netto huidige waarde (NPV) van die projek te bepaal. As die $NPV > 0$ is, is die projek lewensvatbaar. Die NPV word volgens vergelyking 2.3 bereken (Mullins, Mosaka, Green, Downing & Mapekula, 2007:41).

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(V_t - K_t)}{(1+r)^t}$$

Vergelyking 2.3

Met

t = Jaar van evaluering van item.

n = Lengte in jare van die lewenssiklus van die projek.

V_t = 'n Bepaalde voordeel in jaar (t).

K_t = 'n Bepaalde koste in jaar (t).

r = Verdiskonterings koers.

NPV = Netto huidige waarde.

Die ontleding gee 'n goeie aanduiding daarvan of 'n opsie lewensvatbaar is, al dan nie. 'n Tekortkoming van die ontleding is dat twee lewensvatbare opsies nie vergelyk kan word om te bepaal watter een die beter een van die twee is nie. Dit gebeur wanneer alternatiewe opsies in orde grootte verskil en nie slegs op NPV waarde vergelykbaar is nie.

2.3.2. INTERNE OPBRENGS KOERS

Die interne opbrengskoers ("Internal rate of return") maak dit moontlik om alternatiewe opsies met mekaar te vergelyk. Met die interne opbrengskoers ontleding word die verdiskonterings koers bereken wat sal veroorsaak dat die huidige waarde van die kostes en die voordele gelyk is. Dit gee dus 'n aanduiding van watter opbrengskoers die voordele en kostes sal balanseer. Hoe groter hierdie waarde, hoe beter is die opbrengs van die belegging of die projek. Die opbrengskoers (r^*) word bereken deur vergelyking 2.4 (Thuesen & Fabrycky, 1993:176) op te los.

$$\sum_{t=0}^n \frac{(V_t - K_t)}{(1-r^*)^t} = 0$$

Vergelyking 2.4

Met

t = Jaar van evaluering van item.

n = Lengte in jare van die lewenssiklus van die projek.

V_t = 'n Bepaalde voordeel in jaar (t).

K_t = 'n Bepaalde koste in jaar (t).

r^* = Interne opbrengskoers.

2.3.3. KOSTE EFFEKTIEWE ONTLEDING

'n Koste effektiewe ontleding gebruik nie-monetêre indikatore om die skaal van die sukses van verskillende opsies se kostes te evalueer. Die metode maak dit dus moontlik om opsies van verskillende orde groottes met mekaar te vergelyk.

In die vergelyking tussen 'n WAB/WB alternatief en 'n nuwe kapitale projek, word die hoeveelheid water wat die projek oor sy lewenssiklus sal voorsien, as die nie-monetêre indikatore gebruik. Die huidige waarde van die besparing of lewering van water word volgens vergelyking 2.5 (Butler & Memon, 2006:248) oor die lewenssiklus van die projek verdiskonteer. Die netto huidige waarde word dan as 'n verhouding van die huidige waarde van die lewering of besparing van die projek uitgedruk.

$$PVW = \sum_{t=0}^n \frac{W_t}{(1+r)^t} \quad \text{Vergelyking 2.5}$$

Met

PVW = Huidige waarde van die water oor die lewenssiklus van die alternatief.

W_t = Lewering van water deur die alternatief in jaar (t).

r = verdiskonterings koers.

n = Lengte in jare van die lewenssiklus van die projek.

In die water sektor word daar verskillende benamings vir hierdie verhouding gegee, onder andere Eenheids Verwysings Waarde (URV) of alternatiewelik die "levelised costs".

Die URV kan volgens vergelyking 2.6 bereken word (Butler & Memon, 2006:248).

$$URV = \frac{NPV}{PVW} \quad \text{Vergelyking 2.6}$$

Hierdie URV waarde kan vir verskillende alternatiewe projekte bereken word. Die alternatiewe projekte kan dan met mekaar op 'n gelyke basis vergelyk word, aangesien die orde grootte daarvan geneutraliseer is.

'n Voorbeeld van die berekening van die URV vir 'n projek wat die uitwissing van indringer plante behels, verskyn in Tabel 2.1. In die voorbeeld het die projek 'n lewenssiklus van 17 jaar. Die kapitale koste en ander bedryfskoste word vir elke jaar bereken. Die inkomste van die skema vir elke jaar word ook bereken. Hierdie twee komponente word dan na die huidige waarde verdiskonteer en die URV word bereken.

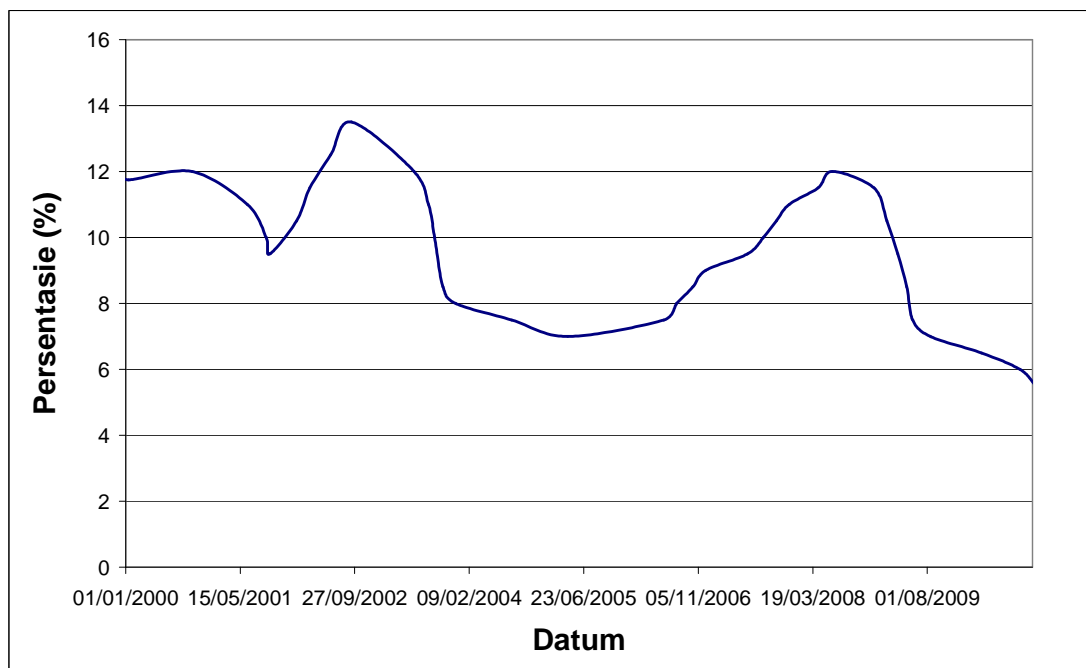
Tabel 2.1 Voorbeeld van 'n URV berekening.

9

2.3.4. VERDISKONTERINGSKOERS

In al die ekonomiese evaluerings metodes wat gebruik kan word om verskillende opsies met mekaar te vergelyk, is die keuse van die korrekte verdiskonteringskoers baie belangrik. 'n Verandering in die koers kan beteken dat die volgorde van beste alternatiewe kan verander. Indien die koers hoog is, beteken dit dat projekte bevoordeel word waar die kapitale belegging later plaasvind, terwyl 'n lae koers projekte bevoordeel waar die aanvanklike kapitale belegging hoog is, met 'n laer spandering in die toekoms. Volgens Mullins *et al* (2002:43) is daar drie moontlike maniere om die verdiskonteringskoers te bereken. Die eerste is om die verdiskontering gelyk aan die opbrengs op kapitaal of die geleentheidskoste van kapitaal te stel. Die tweede is om dit gelyk aan die langtermyn ware rentekoers of te wel die koste van Staats befondsing te stel. Die laaste moontlikheid is om dit in terme van die sosiale tyd voorkeur koers te evalueer.

Die geleentheidskoste van kapitaal word deur twee faktore, naamlik die rentekoers en die inflasiekoers beïnvloed. Albei hierdie faktore wissel met tyd en dit is dus moeilik om vooraf te bepaal. Dit is wel moontlik om die rentekoers uit te druk in terme van die REPO koers wat deur die Reserwe bank bepaal word. In Figuur 2.1 verskyn 'n grafiese voorstelling van die REPO koers sedert 2000.



Figuur 2.1. REPO uitleenkoers: 2000 – 2010.

Die inflasiekoers word deur die Verbruiker Prys Indeks of te wel die VPI bepaal en word volgens vergelyking 2.7 bereken.

$$f = \frac{VPI_r - VPI_{r-1}}{VPI_{r-1}} \quad \text{Vergelyking 2.7}$$

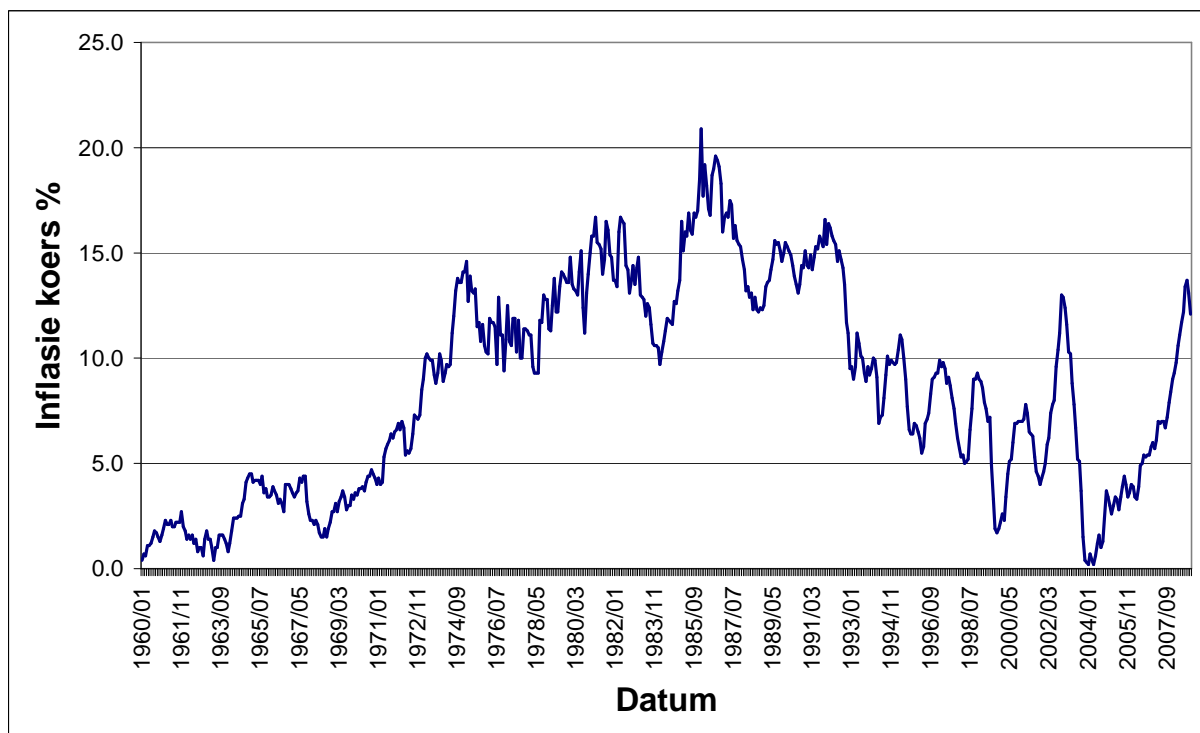
waar

f = Inflasiekoers.

VPI_r = Verbruikersprys indeks aan die end van jaar.

VPI_{r-1} = Verbruikersprys indeks aan die begin van jaar.

In Figuur 2.2 verskyn die inflasiekoers sedert 1960 (Consumer Price Index, [S.a]). Die maandelikse VPI, REPO en PRIMA koers waardes van 1995 tot 2010 verskyn in Bylae 1.



Figuur 2.2. Inflasiekoers: 1960 – 2010.

2.4. OPGRADERING VAN INFRASTRUKTUUR

Behoeftes verander met ontwikkeling en vooruitgang en stelsels moet aangepas word om by hierdie veranderinge aan te pas. Dieselfde geld vir 'n watervoorsieningstelsel. Alhoewel daar in die beplanningsproses voorsiening vir groei gemaak word, is daar 'n beplanningstermyn vir 'n ekonomies optimum ontwerp. Behoeftes kan egter verander wat tot gevolg kan hê dat beperkings in die stelsel ontstaan, wat opgegradeer moet word. 'n Goeie begrip van 'n watervoorsieningstelsel is dus noodsaaklik voordat enige ontleding gedoen kan word.

2.4.1. DIE WATERVOORSIENINGSTELSEL

'n Tipiese stelsel strek vanaf die bron, deur die watersuiweringsproses, deur die verspreidingstelsel, na die eindverbruiker. Vanaf die verbruiker word riool versamel, gesuiwer en weer in die bron teruggeplaas.

2.4.1.1. WATERBRON

Die mees algemene waterbronne wat vir munisipale watervoorsiening gebruik word is die onttrekking van water uit 'n rivierstelsel of dam of ondergrondse water. Weens verskeie redes kan die aanvraag die lewering van 'n bron oorskry en noodsaak dit die ontwikkeling van addisionele bronne teen groot kapitale uitgawes.

2.4.1.2. RESERVOIRS

Die kapasiteit van reservoir word bepaal deur die ontwerpskriteria wat gebaseer is op die tipe voorsieningstelsel, balansering van piekvloei en volume benodig vir stoor en brand bestryding behoeftes. 'n Verhoging in aanvraag verlaag die retensietyd van die reservoir, wat die betroubaarheid van die stelsel verlaag.

2.4.1.3. SUIWERINGSWERKE

Die suiweringsproses wat gevolg moet word hang af van die gehalte van die water wat uit die bron gebruik word, en die prosesse wat benodig word om die gehalte tot aanvaarbare vlakke volgens SABS standaard te kry. Indien die aanvraag van die stelsel die kapasiteit van die suiweringswerk oorskry, lei dit eerstens tot 'n verlaging in die kwaliteitsvlakke en tweedens daal die betroubaarheid van lewering. Die verhoging van die kapasiteit van individuele komponente binne die suiweringsproses bring gewoonlik slegs 'n geringe verhoging in die

totale kapasiteit van die werke mee en die oplossing behels dikwels dat 'n hele nuwe suiweringsfase opgegradeer of toegevoeg word om sukses te behaal.

2.4.1.4. GROOTMAAT VOORSIENINGS PYPLEIDINGS

Die grootmaat voorsieningstelsel bestaan uit 'n kombinasie van pypleidings en pompstasies om water vanaf die bron na die suiweringswerke en vanaf die suiweringswerke na die diensreservoirs te vervoer. Aangesien ontwerpstandaarde 'n veiligheidsfaktor inbou, is dit prakties moontlik om 'n groter lewering uit die stelsel te kry, maar die betroubaarheid van lewering van die stelsel sal met 'n verhoogde lewering afneem. Die opgradering van so 'n stelsel geskied hoofsaaklik tweeledig. As 'n eerste fase kan slegs die kapasiteit van die pompstasie verhoog word. Die moontlike verhoging met hierdie fase word egter met die toelaatbare vloeisnelhede in pyplyne, sowel as die drukklasse van die pyplyne beperk. Die verhoging in die pompstasie kapasiteit lei ook tot 'n verhoging in energie kostes weens die verhoogde wrywingsverliese in die pyplyne weens die verhoogde vloeisnelhede. Die tweede fase van opgradering behels die vervanging van bestaande pyplyne of byvoeging van parallelle lyne. Hierdie kostes is egter veel groter as slegs die opgradering van die pompstasie.

2.4.1.5. VERSPREIDINGSNETWERK

Die verspreidingsnetwerk voorsien die eindverbruiker van water. Weens die wisselende verbruikspatrone en omdat ontwikkelings wydverspreid voorkom, is dit nie noodwendig dat 'n verhoging in aanvraag die totale stelsel se kapasiteit sal beperk nie. Die kapasiteitsprobleem kan moontlik net op 'n beperkte deel van die stelsel voorkom. Tekens van 'n gebrek aan voldoende kapasiteit is die gebrek aan voldoende druk tydens spitstoestande en die voorkoms van hoë vloeisnelhede in pype. Aangesien die werking van 'n volwaardige water netwerk kompleks is, is dit noodsaaklik dat 'n volledige netwerk ontleding vir enige optimum opgradering benodig word. Opgradering van die netwerk kan slegs uit 'n gedeeltelike vervanging van 'n deel van die netwerk of die byvoeging en uitbreiding van die netwerk bestaan.

Weens die topografie word 'n verspreidingsnetwerk gewoonlik in verskeie sones opgedeel om te verseker dat elke verbruiker van die regte druk voorsien word. Die voorkoms van sulke druksones vereis dat aanjaag pompstasies benodig word om die verskillende druksones van water te voorsien. Die kapasiteit van hierdie pompstasies word deur die totale aanvraag van die sone, asook die piektoestande bepaal.

2.4.1.6. RIOOLNETWERK

Die wegdoening van riool kan op twee verskillende maniere hanteer word.

1. Deur dit op terrein deur 'n septiese tenk stelsel te hanteer of
2. Dit sentraal deur een of ander vorm van 'n riolsuiweringswerke te hanteer.

Weens die moontlike impakte op die grondwater word daar wegbeweeg van die septiese tenkstelsel af. In die geval waar die suiwing sentraal hanteer word, word 'n suigtenk stelsel soms gebruik. Die mees algemeenste vorm is die gebruik van 'n spoelrioolstelsel met 'n kombinasie van pyplyn netwerke en pompstasies. Die grootste gedeelte van hierdie pyplyne is gravitasieel. Die kapasiteit van hierdie netwerke word deur die rioolproduksie van die stelsel bepaal.

2.4.1.7. RIOOLWERKE

Die funksie van die rioolwerke is om die afvalwater tot op 'n aanvaarbare vlak te suiwer voordat dit weer in die bron teruggeplaas word. Die vlak van suiwing hang af van die tipe riool wat ontvang word en die klassifikasie daarvan. Dit bepaal die suiweringsproses wat benodig word. Die kapasiteit van 'n werke bestaan uit twee kategorieë nl. die hidroliese kapasiteit en die landingkapasiteit. Die hidroliese kapasiteit word bepaal deur die volume riool wat by die werke ontvang word, terwyl die landing bepaal word deur die COD vlakke van die riool. Dit is dus moontlik dat slegs een van die twee kategorieë van die kapasiteite weens die veranderinge in die kenmerke van die riool oorskry kan word. Die oorskryding van die kapasiteit van die werke bring 'n drastiese verlaging in die standaard van uitvloeisel mee indien geen opgradering van die werke gedoen word nie.

2.4.1.8. WEGDOENING VAN GESUIWERDE RIOOLWATER

Daar is 3 moontlike maniere om van gesuiwerde rioolwater ontslae te raak nl:

1. Verdamping,
2. Terug na die bron,
3. Hergebruik.

Die algemeenste vorm van hergebruik is besproeiing.

2.5. IMPLEMENTERING VAN WAB/WB OPSIES

WAB/WB plaas die fokus op die verandering in die aanvraag patroon asook die effektiewe gebruik van water om te verseker dat die bestaande bronne en voorsieningstelsels aan die behoefte kan voldoen. Om hierdie veranderings in die aanvraag patroon teweeg te bring is daar verskeie moontlike WAB/WB opsies beskikbaar wat in drie kategorieë nl. verbruiker aanvraag bestuur, verlies beheer en alternatiewe hulpbronne verdeel kan word.

Verbruiker aanvraag bestuur behels WAB/WB opsies wat die verbruiker se verbruikspatrone beïnvloed en tot 'n verlaging in waterverbruik bydra, terwyl verliesbeheer op die minimering van die verliese in die stelsel fokus.

2.5.1. VERBRUIKER AANVRAAG BESTUUR

Een van die maniere om die water aanvraag te verlaag en sodoende die druk op die bestaande waterbronne en infrastruktuur te verlaag, is om die verbruiker se verbruikspatrone te verander. Hierdie metodes word in die volgende afdelings bespreek.

2.5.1.1. BEWUSMAKING

Bewusmakingsveldtogte vorm een van die belangrikste komponente van enige WAB/WB strategie. Alhoewel dit as 'n onafhanklike WAB/WB opsie gebruik kan word, vind dit gewoonlik in kombinasie met ander opsies, soos "retrofitting", plaas.

Bewusmakingsveldtogte kan eerstens gebruik word om die belangrikheid van die bewaring van water en die effektiewe gebruik daarvan te beklemtoon. Hierdie veldtogte behels onder andere handige wenke oor effektiewe watergebruik en "beste praktyke" wat toegepas kan word om waterbesparings te bewerkstellig. Die bewusmakingsveldtogte wat die meeste deur plaaslike owerhede gebruik word sluit artikels en advertensies in plaaslike koerante, kennisgewingborde, die uitdeel van inligtingstukke en plakkers in. Die jeug is 'n ideale teikengroep en 'n groot impak kan deur plakkaat kompetisies en borgskappe van sportgebeure soos padwedlope gemaak word. Die kombinerings van bewusmakingsveldtogte met nasionale inisiatiewe soos Nasionale Water Week, kan die impak verder verhoog en moontlike kostebesparings tot gevolg hê. Vir 'n langtermyn impak op effektiewe watergebruik moet sulke veldtogte op 'n gereelde basis herhaal word.

Bewusmakingsveldtogte kan tweedens in samewerking met ander projekte soos by die herstel van lekkasie en installasie van water vriendelike toestelle gebruik word. Die doel

hiermee is om kennis rakende die projek en die aanvaarding van eienaarskap van die projek deur die eindverbruikers oor te dra. Indien die veldtog suksesvol is, sal meer verbruikers die nuwe toestelle aanvaar en sal die effektiewe lewensduurte van die toestelle verleng word. Die projek raak dus meer ekonomies weens die groter impak op die besparing. Die Hermanus projek (DWAF, 1997:1-3) is 'n goeie voorbeeld van 'n suksesvolle bewusmakingsveldtog waar waterbalanse deur waterbalans oefeninge by skole en die implementering van 'n informatiewe rekeningstelsel deel van 'n groter WAB/WB projek gevorm het.

2.5.1.2. PRYSVASSTELLING

Die koste van water het die enkele grootste invloed op die verbruikspatrone van die eindverbruiker. Die aanpassing van die watertarief is ook tipies een van die eerste maatreëls wat plaaslike owerhede tydens periodes waar die watervoorsieningstelsel onder druk geplaas word gebruik.

2.5.1.2.1. TARIEFSTRUKTUUR

Die vasstelling van 'n geskikte tarief struktuur is egter kompleks aangesien dit die instrument is wat gebruik word om verskeie doelwitte te behaal. In die tariefstruktuur moet plaaslike owerhede die volgende doelwitte probeer balanseer.

1. Bekostigbaarheid van basiese waterdienste – Gratis water beleid.
2. Koste verhaling van waterdienste.
3. Beperking van wanbetaling.
4. Aanmoediging van ekonomiese groei.
5. Effektiewe watergebruik.

Verskeie tariefstrukture kan geïmplementeer word nl :

1. Plat tariefstruktuur.

Verbruikers word vir 'n konstante maandelikse bedrag aangeslaan, ongeag hul waterverbruik.

2. Tweeledige tariefstruktuur.

Die water tarief bestaan uit 'n vastekoste en 'n verbruikskoste. Die verbruikskoste tarief (R/kl) bly konstant ongeag die verbruik.

3. Drieledige tariefstruktuur

Dit bestaan uit 'n vaste koste, 'n vaste hoeveelheid gratis verbruik en 'n verbruikskoste vir die oorskryding van die gratis verbruik perk.

4. Afnemende blok tariefstruktuur.

Dit bestaan uit 'n vaste koste, wisselende verbruikstariewe, afhangende van die volume water verbruik. Hierdie tariewe verminder soos die verbruik verhoog.

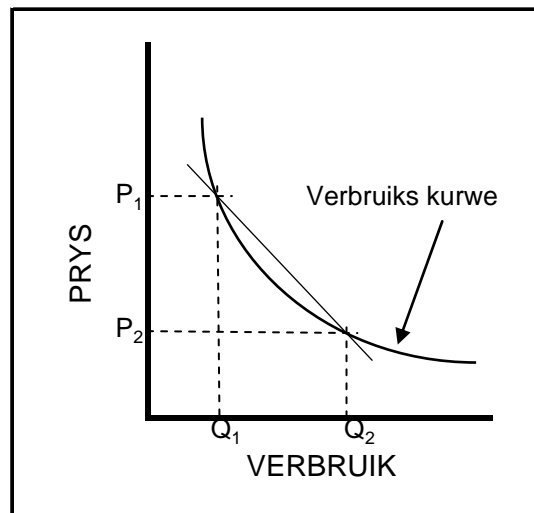
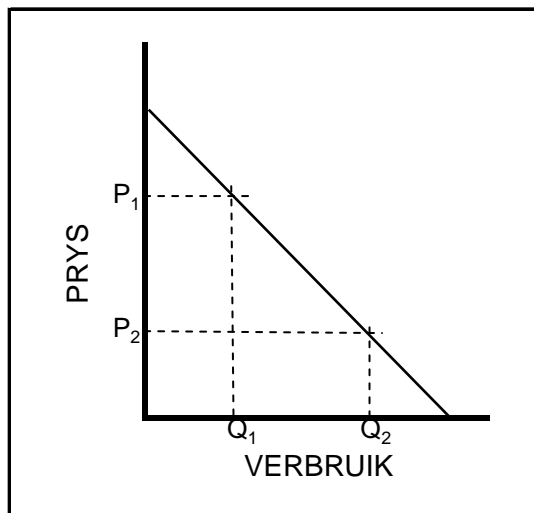
5. Toenemende blok tariefstruktuur

Dit bestaan uit 'n vaste koste, wisselende verbruikstariewe, afhangende van die volume water verbruik. Hierdie tariewe neem toe soos die verbruik verhoog.

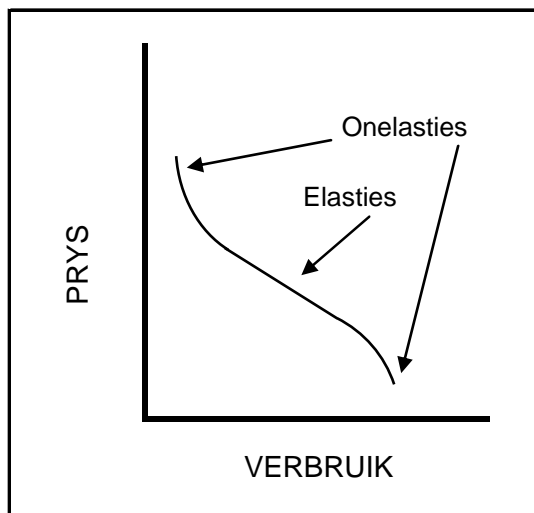
Die toenemende blok tariefstruktuur lewer die beste resultate vir die bevordering van WAB/WB, aangesien die kostebesparing in 'n verbruiker se maandelikse rekening teen die hoogste moontlike tarief aangeslaan word. 'n Toenemende blok tariefstruktuur is ook die mees buigbaarste stelsel en gee die plaaslike owerhede die geleentheid om verskeie van sy doelwitte te integreer en dit vorm dus 'n integrale deel van enige WAB/WB strategie. Die Regulasie oor Norme en Standaarde vir watertariewe (DWAF,2001:13) bepaal dat 'n toenemende blok tariefstruktuur gebruik moet word wat uit ten minste 3 blokke bestaan. Die 1ste blok (vir 'n tipiese gebruik van tussen 0 kl en 6 kl water) is die laagste en het ten doel om bekostigbare basiese waterdienste te lewer. Die laaste blok moet hoë waterverbruik ontmoedig en moet ten minste die inkrementele koste van nuwe infrastruktuur, wat gepaard gaan met die inkrementele groei in die aanvraagspatrone, verteenwoordig.

2.5.1.2.2. PRYS ELASTISITEIT

Die verwantskap tussen die verbruik en die prys van water kan deur 'n kombinasie van grafieke voorgestel word. Die eenvoudigste is 'n reglynige verband, wat beteken dat verbruik (Q) liniêr afneem soos die prys (P) toeneem soos in Figuur 2.3 aangetoon. Die verband kan ook in die vorm van 'n boog voorgestel word (Figuur 2.4), waar die verbruik al stadiger afneem soos die prys verhoog word. Stephenson (1999) stel egter voor dat die verband deur 3 goed gedefinieerde gebiede (Figuur 2.5), nl. 'n elastiese gebied en twee onelastiese gebiede voorgestel kan word. In die elastiese gebied is dit vir die verbruiker baie maklik om sy verbruik aan te pas indien die koste van hierdie verbruik verhoog word. Soos die tarief verhoog word raak dit moeiliker om verbruik te verminder aangesien daar vir elke verbruiker 'n minimum verbruik bestaan wat hy benodig. Die verwantskap raak dus onelasties en die verhoging van prys het geen impak op die verbruik nie. Aan die ander kant van die spektrum veroorsaak 'n verlaging in die prys van water 'n verhoging in verbruik. Weereens bereik dit 'n punt waar die verbruiker die maksimum hoeveelheid verbruik wat moontlik is en 'n verdere verlaging van die tarief sal nie veroorsaak dat meer water gebruik word nie. Die tweede onelastiese gebied word so bereik.



Figuur 2.3 Verband tussen Q en P (liniêre). Figuur 2.4 Verband tussen Q en P (nie-liniêre).



Figuur 2.5 Verband tussen Q en P (Stephenson).

Hierdie verwantskap tussen die prys en verbruik van water staan bekend as prys elasticiteit en kan as volg bereken word:

$$e = \frac{dQ/Q}{dP/P} \quad \text{Vergelyking 2.8}$$

met

e = Prys elasticiteitsindeks.

P = Prys van water (R/kl).

Q = Water verbruik (kl).

dP = Verandering in water verbruik.

dQ = Verandering in prys.

Verskeie navorsingstudies is reeds gedoen oor prys elasticiteitsindekswaardes. Tabel 2.2 toon 'n opsomming hiervan (Van Vuuren et al, 2004:5-22).

Tabel 2.2 Pry elasticiteitsindekswaardes.

| Navorsers | Jaar | Ligging | Prys Elastisiteit* | | |
|---------------------------------------|--------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | L | M | H |
| Carver and Boland | 1969 | Washington DC | -0.10 | | |
| Agthee and Bullings | 1974 | Tucson, Arizona | -0.18 | | |
| Martin et al | 1676 | Tucson, Arizona | -0.26 | | |
| Hanke and de Mare | 1971 | Malmo, Sweden | -0.15 | | |
| Gallagher et al | 1972/3 & 1976/7 | Toowoomba, Queensland | -0.26 | | |
| Boistard | 1985 | France | -0.17 | | |
| Thomas and Syme | 1979 | Perth, Australia | -0.18 | | |
| Veck and Bill | 1998 | South Africa: Alberton & Thokoza | -0.14 | -0.17 | -0.19 |
| Veck, Bill, van Vuuren and Van Zyl | 2003 | South Africa : Tswane Cape Town Ethekwini | -0.37 -0.11 -0.13 | -0.17 -0.10 -0.13 | -0.12 -0.09 -0.14 |
| * Prys Elastisiteit : | | | | | |
| L | | | Lae Inkomste groepe | | |
| M | | | Middel Inkomste groepe | | |
| H | | | Hoë Inkomste groepe | | |

Vanuit Tabel 2.2 is dit dus duidelik dat die gemiddelde prys elasticiteitsindekse tussen -0.1 en -0.2 wissel. Dit beteken dat indien die prys van water met 20% verhoog word en 'n waarde van -0.15 word vir (e) aanvaar, daar 'n verlaging van 3% in die water verbruik verwag kan word (toepassing van vergelyking 2.8).

2.5.1.3. OPTIMISERING VAN INFRASTRUKTUUR

'n Derde meganisme om die aanvraag van die eindverbruiker te verander is deur middel van die vervanging van oneffektiewe/foutiewe toestelle met water vriendelike toestelle. Vir hierdie tipe projekte om suksesvol te wees is dit egter belangrik dat die funksionaliteit behoue bly en die water vriendelike toestelle dus dieselfde werk as die oorspronklike toestel verrig maar dat minder water benodig word. Die verskillende kategorieë water vriendelike toestelle word in die volgende afdelings bespreek.

2.5.1.3.1. TOILETBAKKE

Die hoeveelheid water wat deur 'n toilet gebruik word is die produk van die aantal gebruike en die volume water per spoelsiklus. In Suid Afrika wissel die normale toiletbak se volume tussen 9ℓ, 11ℓ en 13ℓ (ouer modelle). Dis egter moontlik om dieselfde funksie met heelwat minder water te verrig.

Tweeledige spoel stelsel (Volle spoel / half spoel) met spoel kapasiteite van 9ℓ en 6ℓ, 9ℓ en 4.5ℓ, 7ℓ en 4ℓ en 6ℓ en 3ℓ onderskeidelik is algemeen beskikbaar in Suid Afrika. 'n Lae volume toilet word gedefinieer as 'n toilet met 'n spoelkapasiteit van 6 liter of minder. Hierdie tipe toilet kan dus die waterverbruik met tussen 25% en 50% verminder (Still et al 2008:44-47).

Alternatiewelik kan die toiletbak met 'n water effektiewe toestel toegerus word wat die spoelvolume verminder. Een voorbeeld hiervan is die "HIPPO" sak wat in die tenk (11ℓ of 13ℓ) van die toilet geïnstalleer word. Die besparing per spoel is tussen 2.5ℓ en 3.5ℓ. Die installasie van 'n toilet stop kan die spoelvolume tot 50% verlaag. (Still et al 2008:50).

2.5.1.3.2. URINALE

Een van die mees oneffektiewe water gebruiker toestelle is outomatiese spoel urinale (ASU), wat outomaties na 'n sekere tydinterval, 24 uur per dag spoel. Waar hierdie toestelle in plekke soos skole en regeringsgeboue geïnstalleer is, gaan groot volumes water buite besigheidsure verlore wanneer die fasiliteite nie gebruik word nie. Verskeie aktiverings meganismes bestaan om ASU te vervang sonder om die spoelbak te verander. Dit sluit hand aktivering, tyd aktivering en Infrarooi en ultrasoniese aktivering sensors in.

Die installasie van lae vloei en watervrye urinale is meer effektief, maar vereis die vervanging van die bak wat addisionele koste tot gevolg kan hê. Watervrye urinale maak van 'n lae digtheid vloeistof of 'n sensitiewe terugslagklep gebruik om reuke te voorkom.

2.5.1.3.3. KRANE

Water verbruik deur die gebruik van krane is meestal tyd afhanklik. Deur vloeitempo te verlaag kan water meer effektief gebruik word. Lae volume krane kombineer 'n laer vloeitempo en aspekte soos belugting, drukvermindering en sproei om dieselfde funksionaliteit as 'n normale kraan te bereik. Toestelle soos belugters kan ook aan bestaande krane gekoppel word om dieselfde doel te bereik. Die vloeitempo's van verskillende krane is in Tabel 2.3 opgesom (Still et al 2008:37).

Tabel 2.3 Vloeitempo's van krane.

| Tipe krane | Vloei tempo (liter/min) |
|----------------------------|-------------------------|
| Sproei krane | 2,4 |
| Belugte krane | 6 |
| Konvensionele wasbak krane | 9 |
| 15 mm buite krane | 12 |

Die gebruik van outomatiese afsluitkrane in openbare fasiliteite verminder die tyd wat krane gebruik word en verlaag dus die volume water wat verbruik word.

2.5.1.3.4. STORTKOPPE

Die volume water wat deur verskillende stortkoppe gebruik word kan baie wissel. World Health Organisation verskaf die volgende klassifikasie (Still et al 2008:40).

Tabel 2.4 Vloeitempo klassifikasie van stortkoppe.

| Vloeitempo (liter/min) | Klassifikasie |
|------------------------|---------------|
| 6 – 8 l/min | Baie Goed |
| 8-12 l/min | Goed |
| 12 – 18 l/min | Aanvaarbaar |
| 18 – 24 l/min | Redelik |
| > 24 l/min | Swak |

Lae vloei stortkoppe maak gebruik van belugting om die funksionaliteit te behou. Die werklike besparing wat verkry kan word uit die installasie van so 'n lae vloei stortkop in vergelyking met die tradisionele stortkoppe is afhanklik van die tyd wat die verbruiker onder die stort spandeer. Indien die installasie van 'n bepaalde lae vloei stortkoppe veroorsaak dat die verbruiker langer stort, is dit dus moontlik dat waterverbruik kan verhoog.

2.5.1.3.5. BADDENS

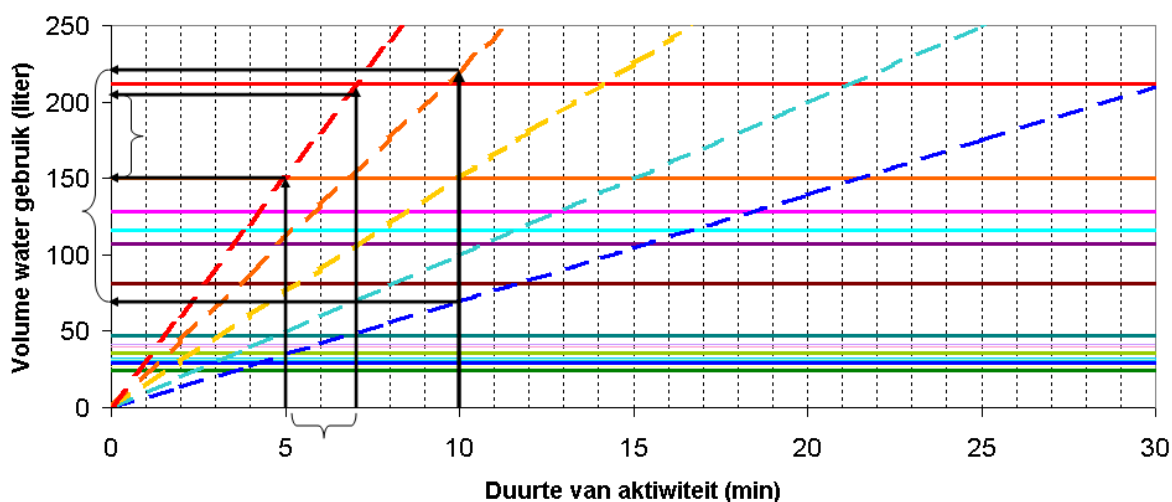
Daar is nie 'n eenvoudige manier om die volume water wat deur 'n bad gebruik word te verminder nie. Die enigste opsie is om of 'n kleiner bad te installeer of minder water in die bad te tap. Die koste verbonde aan die vervanging van 'n bad is egter hoog. Die volumes water wat deur verskillende baddens gebruik word verskil baie en word in Tabel 2.5 opgesom (Still *et al.*, 2008:39).

Tabel 2.5 Waterverbruik van baddens.

| Vervaardiger | Styl | Grootte (cm) | Bruto Volume | Netto Volume | % van Norm |
|---|-----------------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| Duravit | 2 nd floor | 210 x 90 | 238 | 212 | 663 |
| | | 180 x 80 | 176 | 150 | 469 |
| | | 170 x 75 | 154 | 128 | 400 |
| | | 170 x 70 | 142 | 116 | 363 |
| | | 160 x 70 | 133 | 107 | 334 |
| Bette | Ocean | 180 x 80 | 107 | 81 | 253 |
| | Classic | 181 x 80 | 73 | 47 | 147 |
| | Bambino | 157 x 70 | 62 | 36 | 113 |
| | Classic | 160 x 70 | 58 | 32 | 100 |
| | Low-Line | 170 x 70 | 58 | 32 | 100 |
| | LaBette | 130 x 70 | 58 | 32 | 100 |
| | LaBette | 120 x 70 | 53 | 27 | 84 |
| | Low-Line | 150 x 70 | 50 | 24 | 75 |
| Libra | San | 170 x 75 | 66 | 40 | 125 |
| | Michelle | 170 x 70 | 67 | 41 | 128 |
| | Capri | 150 x 70 | 55 | 29 | 91 |
| <p>Notas : Alle Volumes is benaderings</p> <p>Bruto Volume (liters) : Volume benodig 150mm waterdiepte</p> <p>Netto Volume (liters) : Bruto Volume - 26 l volume verplasing deur die gebruiker</p> | | | | | |

Indien die data van Tabel 2.4 en Tabel 2.5 vergelyk word, is dit duidelik dat die aanvaarde aanname dat water bespaar word deur die stort eerder as 'n bad te gebruik, nie noodwendig waar is nie. Waterbesparing word deur faktore soos byvoorbeeld die tipe stortkop, tipe bad en die tyd wat dit neem om te stort beïnvloed. Om die werklike besparing te bepaal en met mekaar te vergelyk, is die funksionering van verskeie alternatiewe grafies in Figuur 2.6 aangetoon. Figuur 2.6 kan ook gebruik word om die impak van die tipe stort op die waterverbruik te illustreer. So byvoorbeeld sal die verbruik van 220 l tot 65 l afneem ('n afname van 70%) indien 'n stortkop met 'n lewering 22 l/min met een van 7 l/min vervang word vir 'n stortduurte van 10min. Soortgelyk kan die impak van die duurte van 'n stort op die waterverbruik afgelees en vergelyk word. Indien 'n 7 min eerder as 'n 5 min stort met 'n 30 l/min stortkop geneem word, verhoog die waterverbruik vanaf 150 l na 210 l. Indien 'n gemiddelde bad grootte (180 x 180), met 'n 10l/min stortkop vergelyk word, wissel die gelykbreekpunt tussen 5 en 8 min.

Bad vs Stort (150mm waterdiepte)



Standaard bad groottes

| | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 210 x 90 | 180 x 80 | 170 x 75 | 170 x 70 | 160 x 70 | 180 x 80 | 181 x 80 |
| 157 x 70 | 160 x 70 | 170 x 70 | 130 x 70 | 120 x 70 | 150 x 70 | 170 x 75 |

Standaard stortkop lewerings

| | | | | |
|---------|----------|----------|----------|----------|
| 7 l/min | 10 l/min | 15 l/min | 22 l/min | 30 l/min |
|---------|----------|----------|----------|----------|

Figuur 2.6 Bad vs. Stort.

2.5.1.3.6. DRUKVERLAGINGSKLEPPE

Die gewone huishoudelike toebehore funksioneer effektief tussen 10m – 60m waterdruk. In gebiede waar die druk heelwat hoër is kan druk verligtingskleppe op individuele eiendomme of binne 'n betrokke gebou of vloer van 'n gebou geïnstalleer word. Voordele van plaaslike drukvermindering sluit die verlaging van waterverbruik, die verlenging van die lewensduurte van toebehore soos krane, toilet vlotterkleppe en die vermindering van pyp barste in.

Indien sulke drukverlagingskleppe geïnstalleer word, moet daar egter gelet word op faktore soos die korrekte installasie en instelling van die kleppe, die koste verbonde daaraan en die onderhoud benodig aan drukverlagingskleppe.

2.5.2. VERLIESBEHEER

2.5.2.1. METERING EN SONERING

Meting van verbruik alleen is nie 'n goeie WAB/WB alternatief nie. Meting van verbruik vorm egter die hoeksteen van enige WAB/WB strategie en maak alternatiewe soos prysvasstelling moontlik. Om effektiewe WAB/WB bestuur toe te pas is dit nie meer voldoende om op beraamings van verbruik en verliese staat te maak nie. Die meting van eindverbruikers en sone verbruikers vorm 'n kritiese aspek van enige WAB/WB bestuursplan en is noodsaaklik voor die implementering van enige WAB/WB alternatiewe.

Alhoewel die meting van eindverbruikers al 'n geruime tyd in Suid Afrika plaasvind, was dit tot onlangs nog daarop gerig om met koste verhaling te help eerder as 'n instrument vir effektiewe water bestuur. Dit is duidelik sigbaar uit die gebruik van 'n twee-deel tarief struktuur (Afdeling 2.5.1.2.1) deur die meeste plaaslike owerhede. Dit is egter maklik om die fokus van meting te verander van slegs koste verhaling na 'n instrument om as basis te dien vir effektiewe WAB/WB. Die grootste enkele huidige tekortkoming in die meeste plaaslike owerhede, is die gebrek aan voldoende sone en subsone meters en die insluiting daarvan in 'n water balans. Vir effektiewe WAB/WB is dit ook noodsaaklik dat die verbruik soos gemeet deur hierdie sonometers elektronies aanteken word.

Die meting van verbruik behels nie net die installasie van watermeters nie, maar ook die versekering dat die inligting wat ingewin word so akkuraat as moontlik is. Die volgende faktore kan die akkuraatheid van die meters beïnvloed:

1. Foutiewe meter installasie.

Watermeters word gekalibreer om onder sekere vloeitoestande te funksioneer. Indien die korrekte grootte van meter nie vir bepaalde verbruikspatrone gekies word nie, sal die meter nie al die vloei korrek lees nie. Dieselfde geld vir die installasie spesifikasies van meters.

2. Meters funksioneer nie.

Meeste vloeimeters is meganies van aard en benodig onderhoud en instandhouding. Dit is dus belangrik dat meters op 'n gereelde basis nagegaan word om te verseker dat so min as moontlik inligting verlore gaan weens meters wat tydelik of permanent nie funksioneer nie.

3. Onakkurate meterlesings.

Die akkuraatheid van watermeters verswak met tyd. Dit is dus noodsaaklik om onakkurate meters op 'n gereelde basis te vervang. 'n Metervervangingsprogram is uiters noodsaaklik. Green (2003:242) stel 'n 7 jaar vervangingsiklus voor.

Daar bestaan egter modelle om die vervangingsiklus te bereken.

2.5.2.1.1. MODELEERING VAN 'N METER ONDERHOUDSPROGRAM

Om die gemiddelde jaarlikse koste verbonde aan die meteronderhoudsprogram te bepaal is die model soos opgestel deur Noss, Newman en James (1987) gebruik. In hierdie model is die volgende aannames aanvaar:

1. Alle foutiewe watermeters (watermeters wat geen verbruik registreer nie) word wel deur finansiële stelsels na 'n sekere tydperk geïdentifiseer.
2. Die gemiddelde akkuraatheid van die watermeters neem lineier met 'n verhoging in die ouderdom van die watermeters af.
3. Die gemiddelde herstelkoste van 'n meter is onafhanklik van die lengte van die vervangingsperiode.

Volgens Noss *et al.* (1987) bestaan die jaarlikse koste van 'n watermeter onderhoudsprogram (TCOST) uit die kostes verbonde aan die vervang, toets, herstel en terugplaas van die watermeter (CRP), die waterverlieskoste weens foutiewe watermeters (CWLF) en die waterverliese weens onakkurate watermeterlesings (CWLI).

In die model word die vergelykings gebruik:

$$TCOST = CRP + CWLF + CWLI$$

Vergelyking 2.9

$$CRP = \left(\frac{NMET}{PER} \right) \times (CRR + CTR)$$

Vergelyking 2.10

met

NMET = Aantal meters in die stelsel.

PER = Toets periode (Gemiddelde aantal jaar voordat 'n meter getoets word).

CRR = Gemiddelde koste verbonde aan die verwydering en vervanging van die meter (R).

CTR = Gemiddelde koste verbonde aan die toets en herstel van die meter (R).

$$CWLF = MRATE \times CW \times TFAIL \times NMET \times RFAIL \times \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1 - \frac{TFAIL}{PER}}{1 - TFAIL \times RFAIL} \right] \text{ Verg. 2.11}$$

met

MRATE = Gemiddelde jaarlikse gemeterde waterverbruik (kl/jaar).

CW = Gemiddelde verkoopprijs van die water (R/kl).

TFAIL = Gemiddelde tydperk wat 'n foutiewe watermeter in diens bly voordat dit deur die finansiële stelsel geïdentifiseer word (jaar).

RFAIL = Gemiddelde watermeter falings tempo (per meter – jaar).

$$CWLI = \left[\frac{100}{M \times \left(\frac{PER}{2} \right) + B} \right] \times NMET \text{ Vergelyking 2.12}$$

met

M = Helling van die Akkuraatheid / Ouderdoms kurwe.

B = Die gemiddelde Akkuraatheid by Jaar 0.

Met hierdie model kan 'n beter waarde as die voorgestelde 7 jaar vir die vervangingsiklus van watermeters, bereken word.

2.5.2.2. DRUKBEHEER

Die doel van drukbeheer is om die netwerkverliese deur die verlaging van oormatige druk in die netwerk of 'n gedeelte van die netwerk te verminder. Daar bestaan 'n direkte verband tussen die druk in 'n netwerk en die lekkasie tempo wat volgens vergelyking 2.13 (McKenzie *et al.*, 2003:31) beskryf word.

$$L_1/L_0 = (P_1/P_0)^{N_1} \quad \text{Vergelyking 2.13}$$

met

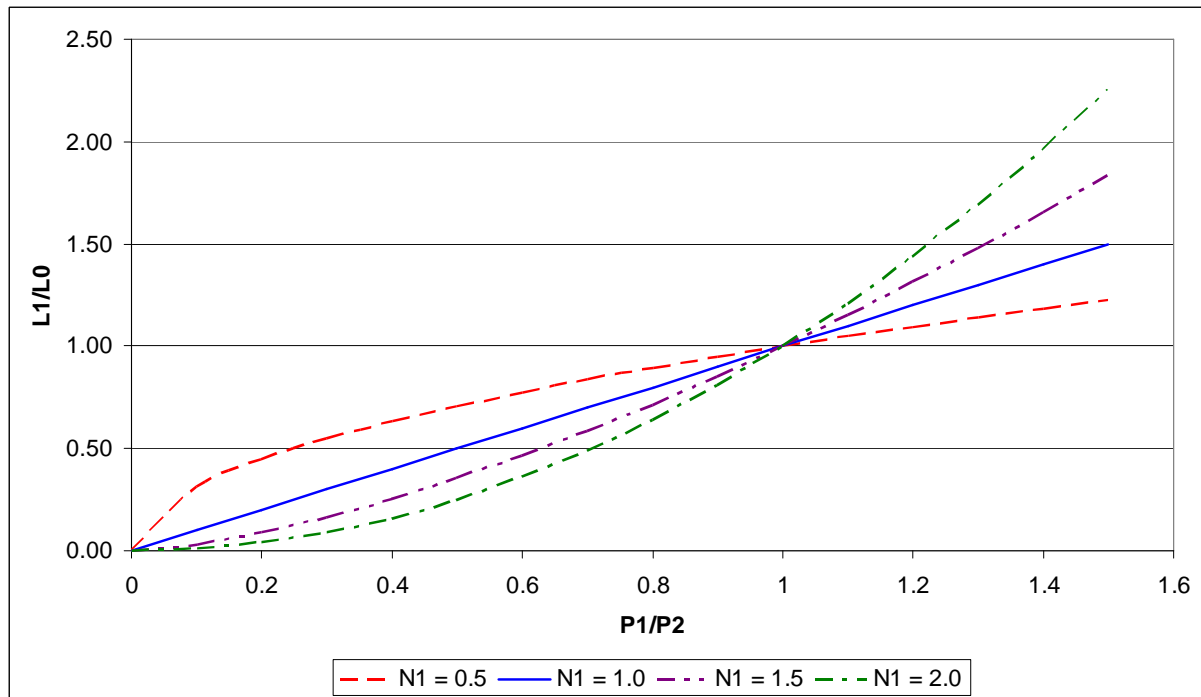
L_1 en L_0 : Die lekkasie tempo by toestand 1 en 0.

P_1 en P_0 : Die druk in die netwerk by toestand 1 en 0.

N_1 : Die eksponensiële faktor wat die verband beskryf.

Die impak van N_1 word in Figuur 2.7 geïllustreer. 'n Hoë waarde van N_1 vergroot die impak van die druk op die netwerkverliese. 'n 20% verlaging in druk ($P_1/P_0 = 0.8$) bring 'n besparing in die lekkasietempo van 11% vir $N_1 = 0.5$ en 28% vir $N_1 = 1.5$ mee. Navorsing het gevind dat N_1 tussen 0.67 en 2.3 wissel (Greyvenstein & Van Zyl, 2007:117). McKenzie *et al.* (2003:34) stel voor dat 'n waarde van $N_1 = 1$ vir agtergrond lekkasies gebruik word. Dit lewer 'n konserwatiewe skatting vir moontlike besparings weens die implementering van drukbeheer.

Elke verspreidingsstelsel het 'n minimum druk waaraan voldoen moet word. Die besparing wat uit drukbeheer verkry kan word hang af van hoe naby die stelsel tans aan hierdie minimum druk is. Twee verdere faktore wat 'n rol hierin speel is die topografie en die aanvraag patroon.



Figuur 2.7. Die Verband tussen druk en lekkasietempo.

Die topografie van die verspreidingsnetwerk kan veroorsaak dat hoë drukke in die laagliggende dele voorkom net om te verseker dat die hoër liggende dele aan die minimum vereistes voldoen. Die kritiese punt in die netwerk is daardie punt waar die laagste druk tydens die piekverbruik voorkom. Deur gebruik te maak van geskikte sones, kan die netwerk in verskillende druksones verdeel word om sodoende drukbeheer in sekere sones moontlik te maak sonder dat die lae druk sones beïnvloed word. Elke druksone het dus sy eie kritiese punt.

Die aanvraag patroon wissel baie oor 'n 24h dag periode, sowel as oor die seisoene. Dit is veral duidelik in die huishoudelike aanvraag patroon waar twee duidelike pieke voorkom (oggend en aand) terwyl daar in die nag (01:00 – 04:00) so te sê geen aanvraag bestaan nie. 'n Wisseling in aanvraag veroorsaak 'n wisseling in vloeitempo's, wat 'n wisseling in die druk in die netwerk veroorsaak. Dit is dus moontlik om die druk in periodes van lae verbruik te verlaag om sodoende die optimum waterbesparing te verkry.

In die praktyk word drukbeheer deur die installasie van 'n drukbeheerklep op die toevoerpylyn na 'n druksone toegepas. Daar bestaan drie tipe drukbeheerstelsels wat afhangend van die gevorderdheid van die stelsel geïmplementeer kan word.

Vaste uitlaatbeheer.

Dit bestaan uit 'n drukbeheerklap wat die stroomaf druk konstant hou. Die stelsel is die goedkoopste van die drie, maar is beperk in die moontlike waterbesparings wat verkry kan word. Dit is slegs moontlik om die druk te verlaag met 'n waarde gelyk aan die verskil tussen die druk by die kritiese punt tydens spitsverbruik en die minimum druk wat gelever moet word. Tydens die lae vloei toestand in die nag is die druk by die kritiese punt steeds heelwat hoër as die minimum druk wat vereis word. Dit bring onnodige hoë waterverliese in die nag mee.

Tyd gereguleerde drukbeheer.

Hierdie stelsel bestaan uit 'n drukbeheerklap en 'n tydsakelaar met twee drukbeheer vlakke. Die tydsakelaar wissel tussen die lae druk en hoë druk periodes. Dit is dus moontlik om die druk tydens die lae vloei toestand verder te verlaag en sodoende addisionele besparings tydens lae vloei periodes te weeg te bring. Hierdie stelsel is egter duurder as die vorige.

Vloei gereguleerde drukbeheer.

Dit is die duurste van die drie tipes, maar kan die grootste waterbesparing meebring. 'n Drukbeheerklap, tesame met 'n watermeter en beheerstelsel reguleer die stroomaf druk afhangend van die vloeitempo wat benodig word. Sodoende veroorsaak dit dat die minimum druk by die kritiese punt gehandhaaf word en dat die gemiddelde druk so laag moontlik gehou word.

Alhoewel die primêre doel van drukbeheer die verlaging van die lekkasietempo in die stelsel is, bestaan daar ook ander sekondêre voordele (Trow & Farley, 2006:167).

1. Die gemiddelde aantal pypbarste verlaag weens die laer gemiddelde druk in die stelsel.
2. Meer konstante druk by die verbruiker.
3. Verhoging van die lewensduurte van die infrastruktuur weens die afname in die druk variasies.

2.5.2.3. LEKKASIE OPSPORING EN BEHEER

Die verlies van water weens lekkasie op waternetwerke kan in twee kategorieë verdeel word nl. verlies weens breuke, en verliese weens agtergrond lekkasies. McKenzie et al (2003:11) definieer 'n breuk as 'n lekkasie met 'n tempo groter as $0.25 \text{ m}^3/\text{h}$, terwyl agtergrond lekkasies gedefinieer word as 'n lek met 'n vloeitempo kleiner as $0.25 \text{ m}^3/\text{h}$. 'n Lekkasie tempo van $0.25 \text{ m}^3/\text{h}$ word dus as die oorgangsgebied gedefinieer.

Die opsporing van groot pypbreuke is gewoonlik maklik, weens die feit dat dit gewoonlik visueel sigbaar is en tot 'n faling of 'n gedeelte faling van die stelsel lei. Die verlaging in verliese weens 'n pypbreuk hang grotendeels af van die reaksietyd van die waterdienste verskaffer om die breuk te herstel. Die reaksietyd kan verlaag word deur 'n effektiewe moniteringstelsel asook 'n effektiewe rapporteringstelsel waardeur inligting verkry vanaf die publiek spoedig oorgedra kan word na die personeel verantwoordelik vir die herstel daarvan. Aangesien die waterdiens aan sekere verbruikers weens breuke beïnvloed kan word, word die diensverskaffer genoodsaak om dit te herstel, (gewoonlik binne 24 uur) en verliese word dus beperk.

Agtergrond lekkasie is egter lekke wat konstant tot die verhoging van waterverliese in die stelsel bydra. Hierdie tipe lekkasies is gewoonlik nie sigbaar nie en beïnvloed ook nie effektiewe werking van die stelsel nie. Weens die lae lekkasie tempo “verdwyn” hierdie water uit die stelsel sonder dat dit noodwendig sigbaar is. Indien die diensverskaffer dus nie proaktief na hierdie tipe lekkasie soek en dit herstel nie, sal die netwerklekkasies net met tyd toeneem.

'n Aktiewe lekkasie opsporingsprogram behels die volgende:

- a. Identifisering van hoë water verlies gebiede d.m.v. van sonering, monitering van sonometers en die berekening van die minimum nagvloeï (Sien Afdeling 2.5.2.3.1).
- b. Die opsporing van lekkasie d.m.v. visuele inspeksies, klank (luisterstokke en “Geophones”), lekkasie geraas korrelasie, stap toetsing, grond penetrerende radar en geraas monitors.
- c. Herstel van die lekkasies.
- d. Monitering van die verlaging in die verliese wat verkry is weens die herstelwerk.
- e. Herhaling van die proses. Die grootste lekkasies word gewoonlik eerste opgespoor en met 'n tweede en derde rondte word nog lekkasies geïdentifiseer.

Nuwe lekkasies ontwikkel ook met tyd en dit is dus noodsaaklik dat 'n aktiewe lekkasie opsporingsprogram 'n aaneenlopende proses is en deel van die onderhoud en instandhoudings program van die waterdienste verskaffer vorm.

2.5.2.3.1. MINIMUM NAGVLOEI

Minimum nag vloei is die laagste vloeitempo wat in 'n netwerk of 'n verbruik sone voorkom. Dit word bepaal deur die vloeitempo van die sone meter vir 'n periode van ongeveer 'n week aan te teken. Die laagste vloei wat gemeet is vir hierdie periode is die minimum nagvloei.

Indien hierdie sone uit slegs residensiële verbruik bestaan kan aanvaar word dat verbruik deur die eindverbruiker gedurende die vroeë oggendure (01:00 – 03:00) klein is. Die verbruik wat tydens hierdie ure geregistreer word is dus grotendeels aan netwerk verliese toe te skryf. Dit is 'n ideale metode om die stelselverliese te beraam en indien sones bestaan, die ligging van die netwerkverliese te bepaal.

Dit is belangrik om daarop te let dat netwerkverliese 'n funksie van die druk in die stelsel is. Dit beteken dus dat enige beramings wat deur minimum nagvloei metings gemaak word, as die maksimum moontlike netwerkverliese beskou moet word.

2.5.2.3.2. KLANK OPSPORING

Lekkasies stel klank vry as gevolg van die water wat deur die wand van die pyp beweeg. Hierdie klank word deur die water gelei en kan by toebehore soos afsluitkleppe en brandkrane waargeneem word. Deur 'n instrument soos 'n luisterstok te gebruik kan die teenwoordigheid van lekkasies in die netwerk vasgestel word. Dit gee nie die presiese posisie van die lekkasies aan nie, maar identifiseer in watter pyplynseksies op die netwerk daar lekkasies voorkom. Aangesien luisterstokke maklik is om te gebruik kan die hele netwerk ondersoek word en die mees kritieke pyplyn seksies uitgewys word. Die presiese posisie van die lekkasie op hierdie pyplyn seksies kan deur korreleerders vasgestel word.

2.5.2.3.3. LEKKASIE GERAAS KORRELASIE

Lekkasie geraas korreleerders bestaan uit twee geraas sensors en 'n korreleerder. Die twee sensors word aan die twee eindpunte van die pyplynseksie met die lekkasie op 'n afsluitklep of brandkraan geïnstalleer. Hierdie twee sensors tel die klank op wat deur die lekkasie veroorsaak word. Die korreleerder bereken dan die tydverskil tussen die twee seine van die sensor en d.m.v. die afstand tussen die sensors word die presiese posisie van die lekkasie bereken.

2.5.2.3.4. STAP TOETSE

Stap toetse is 'n indirekte metode om die hoeveelheid water wat in 'n pyplynseksie verlore gaan te bepaal en word tydens die minimum nagvloei tydgleuf gedoen. Tydens hierdie toets word die normale prosedure soos in die bepaling van die minimum nagvloei gevolg en word die nagvloei aaneenlopend gemonitor. Tydens hierdie toets word die pyplynseksie wat ondersoek word vir 'n periode afgesny deur die afsluitkrane toe te draai. Die verskil tussen die nagvloei voor en na afsluiting van hierdie pyplyn seksie is effektief die waterverlies wat in

hierdie pyplynseksie plaasvind. Deur verskeie pyplyn seksies agtereenvolgens af te sluit na bepaalde tydintervalle kan die waterverlies van meer as 1 pyplynseksie op 'n aand bepaal word. Stap toetse kan help om die grootste lekkasies te identifiseer en met die prioritisering van pyplyn vervangings help.

2.5.2.3.5. GROND PENETRERENDE RADAR

Radar kan ook gebruik word om die teenwoordigheid van water in die grond te identifiseer. Dit werk op die beginsel dat die teenwoordigheid van water in die grond 'n radarsein beter reflekteer as droë grond. Die radarsein word deur 'n antenna opgetel en visueel voorgestel. Dit is egter nodig om hierdie beeld korrek te interpreteer, sodat onderskeid tussen lekkasie en normale grondwater getref kan word.

2.5.2.3.6. GERAAS REGISTREERDERS

Geraas registreerders word gebruik om die gebiede te bepaal waar lekkasies voorkom. 'n Stel van hierdie registreerders word op verskeie afsluitkleppe en brandkrane dwarsdeur 'n netwerk geïnstalleer en monitor die geraas vir 'n bepaalde periode. Dit vind verkieslik gedurende die lae verbruik periodes plaas, want dan is die agtergrond geraas die minste. Die data verkry vanaf die registreerders word dan verwerk en afhangende van die seinsterktes en watter geraas deur watter registreerders opgetel is, word gebiede bepaal waar lekkasies voorkom. Korreleerders kan hierna gebruik word om die presiese posisie van die lekkasie te bepaal.

2.5.3. ALTERNATIEWE BRONNE

'n Derde metode om die water aanvraag uit die stelsel te verminder, is om alternatiewe bronne vir sekere behoeftes aan te wend.

2.5.3.1. HERGEBRUIK

Die eerste moontlike alternatiewe bron is die hergebruik van water en kan deur die eindverbruiker self of deur die waterdienste verskaffer gedoen word. Die belangrikste oorwegings by die hergebruik van water is die gehalte van die water, die risiko's verbonde aan die gebruik van die water en die mate van suiwering wat nodig is alvorens die water vir hergebruik geskik is.

2.5.3.1.1. INDIVIDUELE HERGEBRUIK

Die water kan deur die eindverbruiker self hergebruik word. Die voordeel verbonde daaraan is dat verskeie kwaliteite water by die bron geskei kan word en die aanwending daarvan dus doelgerig kan wees en suiwing tot 'n minimum beperk word. Tabel 2.6. gee 'n aanduiding van die kwaliteit van suiwing wat van verskillende huishoudelike bronne nodig is vir hergebruik (Flack, 1982:19).

Tabel 2.6 Waterkwaliteit vir hergebruik alternatiewe.

| OORSPRONKLIKE GEBRUIK | HERGEBRUIK MOONTLIKHEDE | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|----------------|----------------|----------------|---------|--|---------|-------------|--------|-------------------|------|
| | Toilet | Tuingebruik | Besproeiing | Kombuis wasbak | Kar was | wasgoed | Swembad | Stort / Bad | Wasbak | Skottelgoedwasser | Kook |
| 1 Toilet | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 Tuingebruik ^a | 1 | 1 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| 3 Besproeiing ^b | 1 | 1 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| 4 Kombuis wasbak | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 Kar was | 1 | 0 | 1 | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| 6 wassery ^c | 1 | 0 | 1 | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| 7 Swembad | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - |
| 8 Stort / Bad | 1 | 0 | 1 | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| 9 Wasbak | 1 | 0 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| 10 Skottelgoedwasser | 1 | 0 ⁰ | 1 ⁰ | 1 | 1 | - | - | - | - | 1 | - |
| 11 Kook | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | - | - | - | - | 0 | 0 |
| Byskrif - Nie vir Hergebruik 0 Hergebruik sonder behandeling 1 Hergebruik met afsakking (Primêre behandeling) 2 Hergebruik met afsakking, filtrering en chlorinering | | | | | | Notas : ⁰ Spesiale seep benodig a Groot openinge - geen druk kanaal of pyp b Klein gaatjies - onder druk c Aanvaar geen faecal deeltjies | | | | | |

2.5.3.1.2. GESUIWERDE RIOOLWATER

Gesuiwerde rioolwater vorm 'n ideale bron vir waterbehoefte met 'n laer waterkwaliteitsbehoefte wat slegs aan die minimum kwaliteitsvereistes moet voldoen. Besproeiing van sportvelde en golfbane is 'n goeie voorbeeld hiervan en een van die eerste opsies wat in die ondersoek na die gebruik van gesuiwerde rioolwater oorweeg moet word. Indien alternatiewe soos bv. besproeiing van gewasse wat vir menslike gebruik bestem is oorweeg word, is dit noodsaaklik dat aandag geskenk word aan die minimum waterkwaliteit

wat nodig word en die monitoring om te verseker dat daar aan hierdie vereistes voldoen word.

Indien die volume water beskikbaar dit wel regverdig, is dit moontlik om die finale uitvloeisel van die rioolwerke tot op 'n hoër vlak te suiwer, wat dit moontlik maak om dit vir nywerheidsverbruik aan te wend. As die plaaslike owerheid die verbruikers se voorbehoude oor gesuiwerde rioolwater kan oorkom en voldoende suiwing kan toepas om moontlike gesondheidsrisiko's te elimineer, kan dit ook vir huishoudelike verbruik aangewend word.

Die grootste impak op die gebruik van gesuiwerde rioolwater is die infrastruktuur wat nodig word om suiweringswerke met die eindverbruiker of die bestaande verspreidingsstelsel te verbind.

2.5.3.2. REËNWATER

Die meeste van die oppervlakte waterbronne word deur reënwater gevoed. Reënwater as 'n direkte alternatiewe bron beteken egter dat reënwater opgevang word voordat dit in die natuurlike afloopstelsel beland en waar die besoedelings vlakke die laagste is. Die gebruik van reënwater as 'n direkte alternatiewe bron word grotendeels deur die eindverbruiker self gedoen. Die mees algemeenste vorm hiervan is die opvang van water vanaf huise se dakke, waar dit as primêre of sekondêre bron gebruik word.

Eindverbruikers installeer reënwater stelsels hoofsaaklik weens die volgende redes:

- Die beskikbaarheid van water uit bestaande waterbronne is onvoldoende.
- Die betroubaarheid van bestaande waterbronne is te laag.
- Dit verlaag hul spitsverbruik en waterrekening.
- Die gehalte van die water is beter.

Reënwater opvangstelsels wissel en kan in drie kategorieë verdeel word. (Fewkes, 2006:34)

- Gravitatie voerstelsel.
Die reënwater word opgevang in 'n tenk en d.m.v. gravitasie gevoer na die stelsel waar dit gebruik word.
- Direkte pomp stelsel.
Die reënwater word in 'n versameltenk opgevang en direk in die stelsel gepomp.
- Indirekte pomp stelsel.
Die reënwater word in 'n versamel tenk opgevang en na 'n balanseer tenk gepomp waarna dit onder gravitasie na die verbruikspunte verskaf word.

Die kostes verbonde aan hierdie stelsel neem toe afhangend van die kompleksiteit van die stelsel. Dit geld vir die aanvanklike kapitale installasie, sowel as die onderhoudskomponent daarvan. Die tipe stelsel wat die eindverbruiker installeer is afhanklik van die hoeveelheid reënwater wat beskikbaar is om op te vang, want dit bepaal die aanwendingsmoontlikhede sowel as die moontlike besparings op die huidige waterverbruik.

'n Reënwater opvangstelsel bestaan uit die volgende komponente:

- Opvangsarea.
Die mees algemeenste opvang area is die huis se dak. Die area van die dak tesame met die gemiddelde reënval in die area bepaal die hoeveelheid reënwater wat beskikbaar is om opgevang te word.
- Spoel omlei stelsel.
Gedurende periodes van geen reënval vind besmetting van die dakoppervlakte plaas. Die eerste afloop vanaf die dak na so 'n droë periode is dus besoedel en indien hierdie gedeelte van die afloop omlei word en nie opgevang word nie, verbeter dit die kwaliteit van die water wat versamel word.
- Behandeling.
Die behandeling van reënwater wissel van die installasie van 'n growwe sif, goeie filterstelsel tot by ontsmetting. Die hoeveelheid behandeling wat nodig is, hang af van die eindverbruik van die water.
- Opgaarkapasiteit.
Die grootte van die opgaarkapasiteit wat benodig word hang af van die verskil tussen reënval verspreiding en die aanvraagpatroon. Die opgaarkapasiteit is gewoonlik die grootste komponent van die koste verbonde aan die stelsel.
- Verspreidingstelsel.
Die kapitale koste verbonde aan gravitasie verspreidingstelsel is gewoonlik laag indien die afstand tussen die opgaartenk en die verbruikspunte nie ver uitmekaar is nie. 'n Pompstelsel kan hierdie koste egter drasties verhoog.

Die gebruik van reënwater as 'n alternatiewe bron vind plaas wanneer die kostes van so 'n installasie tot die minimum beperk word. Die behandeling en pomp van water word gewoonlik beperk. Die water word hoofsaaklik vir buitegebruik aangewend.

2.6. WATER AANVRAAG

2.6.1. WATERBALANS

Sonder 'n waterbalans is die implementering van 'n effektiewe WAB/WB strategie onmoontlik en is dit onmoontlik om vas te stel waar die water in die stelsel gebruik word. Verskeie terminologieë is vir verskillende verbruike en verliese ontwikkel. Die IWA (International Water Association) se "Water Loss Task Force" het 'n standaard verdeling voorgestel wat tans algemeen aanvaar word. Die standaard IWA waterbalans verskyn in Figuur 2.8. (Butler & Memon, 2006:145)

| EIE BRONNE | WATER UITGEVOER | WETTIGE VERBRUIK | VERREKENDE WETTIGE VERBRUIK | INKOMSTE GENERENDE WATER | VERREKENDE UITGEVOERDE WATER |
|-----------------------------------|--------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| | WATER VOORSIEN | | | | VERREKENDE GEMETERDE VERBRUIK |
| VERREKENDE ONGEMETERDE VERBRUIK | | | | | |
| ONVERREKENDE GEMETERDE VERBRUIK | | | | | |
| ONVERREKENDE ONGEMETERDE VERBRUIK | | | | | |
| ONWETTIGE VERBRUIK | | | | | |
| ONAKKURAATHEDE TYDENS METING | | | | | |
| LEKKASIES IN NETWERKE | | | | | |
| VELIESE IN NETWERK KOMPONENTE | | | | | |
| LEKKASIE OP AANSLUITINGS | | | | | |
| INGEVOERDE WATER | | VERREKENDE VERBRUIK | NIE INKOMSTE GENERENDE WATER | ONVERREKENDE GEMETERDE VERBRUIK | |
| | | SKYNBARE VERLIESE | | ONVERREKENDE ONGEMETERDE VERBRUIK | |
| | | WARE VERLIESE | | ONWETTIGE VERBRUIK | |
| | | | | ONAKKURAATHEDE TYDENS METING | |
| | | | | LEKKASIES IN NETWERKE | |

Figuur 2.8 Komponente van die waterbalans.

2.6.1.1. DEFINISIE VAN DIE WATERBALANS TERME

Aan die linkerkant van Figuur 2.8 verskyn die kategorieë vir die volumes water wat in die stelsel ingevoer word, terwyl die regterkant al die moontlike eindverbruik kategorieë verteenwoordig. Die middelste terme verteenwoordig 'n groepering van terme en kan as volg vertolk word.

Die totale volume water wat beskikbaar is om in die stelsel in te voer kan vanaf twee moontlike bronne ontvang word, naamlik:

- Eie bronne ("Own sources") – Die dienste verskaffer kry water vanaf sy eie bronne soos rivier onttrekking, boorgate of damme.
- Ingevoerde water ("Water imported") – Dit is water wat vanaf 'n ander instansie soos byvoorbeeld 'n Waterraad aangekoop word.

Die volume water wat die stelsel binnegaan, word in twee kategorieë verdeel word:

- Water voorsien (“Water supplied”) – Dit is die volume water wat aan die stelsel gelewer en deur die eindverbruikers ontvang word, tesame met al die moontlike verliese.
- Water uitgevoer (“Water exported”) – Water wat aan ander waterdienste verskaffers voorsien word.

Die totale volume water in die stelsel kan ook as volg verdeel word:

- Gemagtigde verbruik (“Authorised consumption”) – Water wat deur alle eindverbruikers gebruik word.
- Waterverliese (“Water losses”) – Water wat in die stelsel verlore gaan.

Uit ’n finansiële oogpunt word die totale volume water in die stelsel tussen inkomste genererende water (“revenue water”) en nie-inkomste genererende water (“non-revenue water”) verdeel. Inkomste genererende water kan weer as volg verdeel word:

- Verrekenende uitgevoerde verbruik (“Billed water exported”) – Die totale volume water wat aan ander plaaslike owerhede of waterdienste verskaffers voorsien word.
- Verrekenende gemeterde verbruik (“Billed metered consumption”) – Die totale gemeterde volume water waarvoor daar ’n rekening gelewer word. Dit sluit aspekte soos gratis water wat teen ’n nul tarief aangeslaan word in en word nie deur die betalingskultuur van die endverbruikers beïnvloed nie.
- Verrekenende ongemeterde verbruik (“Billed unmetered consumption”) – Dit sluit die berekenende volume water wat ongemeterd aan die eindverbruikers verskaf word in.

Nie-inkomste genererende water (“non-revenue water”) verteenwoordig die gedeelte van verbruik wat normaalweg as die verliese beskou word. Hierdie terme word meer algemeen as die term nie verantwoordbare water (“unaccounted-for water”) gebruik. (Sien afdeling 2.6.2.2 vir ’n bespreking rakende die verskille tussen die terme). Nie-inkomste genererende water word in drie kategorieë verdeel:

- Onverrekenende gemagtigde verbruik (“Unbilled authorised consumption”).
- Skynbare verliese (“Apparent losses”).
- Ware verliese (“Real losses”).

Onverrekenende verbruik word tussen gemeterde en ongemeterde verbruik verdeel. Munisipale geboue, tuine, grasperke, sportvelde en openbare oop ruimtes val gewoonlik in hierdie kategorie. Dit kan ook verbruike soos brandbestryding en tydelike staankrane insluit

indien hierdie verbruik nie in die finansiële stelsel verreken word nie. Waterverbruik weens onderhoud aan die stelsel, soos byvoorbeeld spoel van die netwerk en reservoirs val ook in hierdie kategorie.

Skynbare verliese sluit ongemagtigde verbruik en watermeter onakkuraathede in. Ongemagtigde verbruik bestaan uit water diefstal of ongemagtigde aansluitings terwyl watermeter onakkuraathede aspekte soos foutiewe watermeters, meterlesing foute en foute in die administratiewe proses insluit. Watermeter onakkuraathede is dus al die verliese wat nie aan werklike waterverliese gekoppel kan word nie. Die vermindering van hierdie verliese sal dus nie 'n verlaging in die waterverbruik meebring nie, maar wel 'n verhoging in die inkomste wat uit die verbruik verkry word.

Ware verliese bestaan uit al die fisiese waterverliese wat in die waternetwerk tussen die invoer (Reservoir) en die eindverbruiker se watermeter of aansluitingspunt verlore gaan. Dit sluit dus aspekte soos pypbreuke, lekkasie op pyplyne en meteraansluitings en die oorloop van reservoirs en druktorings in. In Tabel 2.7 verskyn 'n opsomming van meeste moontlike verbruik en waar dit in die waterbalans inpas.

Die meeste van die skynbare verliese is nie aan die waterdienste verskaffer bekend nie. Dit maak dit moeilik om die volume wat aan skynbare verliese toegeskryf kan word, te bepaal. In die bepaling van die volumes in die waterbalans word skynbare verliese gewoonlik geskat en die werklike verliese uit die verskil tussen die berekende nie-inkomste genererende water, skynbare verliese en onverrekenbare gemagtigde verbruik bereken. Dit beteken dat indien die skynbare verliese te laag geskat word, die werklike verliese te hoog bereken word. Die werklike verliese is 'n aanduiding van volumes wat moontlik deur die implementering van WAB/WB opsies bespaar kan word. Indien hierdie berekende waardes dus te hoog is, word 'n onrealistiese hoë verwagting van die moontlike waterbesparings uit WAB/WB projekte geskep.

Tabel 2.7. Tipiese waterverbruike volgens die waterbalans.

| | | | |
|----------------------------|---|---|---|
| GEMAGDIGDE VERBRUIK | Verrekenende gemagdigde verbruik | Water uitvoer | Grootmaat water voorsien aan ander water dienste verskaffers |
| | | Verrekenende gemeterde verbruik | Huishoudelike verbruik Nywerheidsverbruik Kommersiële verbruik Institusionele verbruik |
| | | Verrekenende ongemeterde verbruik | Huishoudelik geskatte verbruik Nywerheids geskatte verbruik Kommersiële geskatte verbruik Institusionele geskatte verbruik |
| | Onverrekenende gemagdigde verbruik | Gemeterde verbruik | Munisipale geboue Begraafplaas Proses water by waterwerke Besproeiing van parke & publieke oop areas Besproeiing van sypaadjies Besproeiing van gholfbane (Hergebruik) Munisipale swembaddens Konstruksie terreine |
| | | Ongemeterde verbruik | Brandbestryding Spoel van water netwerke & reservoirs Spoel van riool netwerke Spoel van stormwater stelsel Afsput van strate |
| WATER VERLIESE | Skynbare Verliese | Ongemagdigde verbruik | Onwettige meteraansluiting Water diefstal vanaf die waternetwerk Wysigings aan watermeters |
| | | Foutiewe en onakkurate data | Meter onakkuraathede Meterlesingsfoute Foutiewe datahantering Finansiële verwerkings foute / regstellings |
| | Ware verliese | Lekkasie op netwerke | Lekkasies van grootmaat pyplyne Lekkasies van verspreidingspylyne |
| | | Verliese netwerk komponente | Reservoir lekkasies Oorloop van reservoirs Verdamping uit reservoirs |
| | | Lekkasies op verbruiker aansluitings | Lekkasies by verbruikers se aftappingspunte Lekkasies by verbruikers meters |

2.6.1.2. NIE-INKOMSTE WATER vs. NIE VERANTWOORDBARE WATER

In die verlede is die term nie verantwoordbare water ("unaccounted-for water") (UAW) gebruik om die hoeveelheid water wat weens verliese en ander waterverbruike verlore gaan en waarvan die dienste verskaffer nie rekenskap kan gee nie, te verteenwoordig. Dit is normaalweg as 'n persentasie van die totale verbruik uitgedruk. Alhoewel die meeste berekeninge vir UAW uit die verskil tussen die volume gemeterde water wat die stelsel ingaan en die volume gemeterde wat die stelsel verlaat (verbruik van die endverbruikers) bestaan, is UAW syfers somtyds aangepas deur geskatte waardes aan sekere verbruike

soos brandbestryding en openbare werke (Seago, 2007:6-7) toe te ken. Hierdie veranderings verbeter die UAW waardes sonder om die effektiwiteit van die stelsel te verbeter en beteken dat nie alle UAW syfers met mekaar vergelyk kan word nie. Die term nie inkomste genererende water ("non-revenue water") (NRW) is nie afhanklik van die kwantifisering van volumes nie, maar eerder van die tipe verbruik en dit is dus makliker met NRW syfers van ander stelsels vergelykbaar.

Indien die berekening van UAW aanvaar word as die verskil tussen die gemeterde volume water wat in die stelsel ingaan en die gemeterde volume water wat die stelsel verlaat (De Vallier, 1997:7), dan is die verskil tussen UAW en NRW dus die onverrekenende gemagtigde verbruik van Figuur 2.7. Dit beteken dus: $NRW = UAW + \text{onverrekenende gemagtigde verbruik}$. Dit beteken dat in gebiede waar die plaaslike owerhede slegs watermeters installeer met die doel om 'n rekening aan die eindverbruiker te lewer, is die NRW en UAW dieselfde. In meeste gevalle waar watervoorsiening effektief bestuur word en verbruike soos sportvelde, munisipale geboue en openbare tuine gemeter word, is daar egter 'n verskil tussen NRW en UAW.

Seago (2007:9) stel voor dat die term NRW eerder as UAW gebruik word, aangesien dit moontlik is om met moderne tegnieke, waardes aan enige tipe verbruik of verlies in die stelsel toe te ken.

2.6.2. OPTIMUM WATERVERLIESE

Die ideaal sou wees om gemagtigde verbruik so groot as moontlik te kry deur die waterverliese so na as moontlik aan nul te kry. Dit is egter nie ekonomies haalbaar nie. Die volgende stap is om hierdie verbruik dus so laag as moontlik te hou. Daar is dus 'n ideale waterverlies waarna daar gestreef kan word. Om hierdie ideale waterverliese te bereken definieer McKenzie *et al.* (2003:24) die term onvermydelike jaarlikse ware verliese (UARL) as 'n verwysingspunt. Die UARL bepaal wat die minimum verliese is wat daar in 'n stelsel verwag kan word. Hierdie verliese word beskou as die verliese wat altyd in 'n stelsel sal voorkom. Die UARL kan volgens vergelyking 2.14 (McKenzie *et al.*, 2003:25) bereken word.

$$U\text{ARL} = (18 \cdot L_m + 0.8 \cdot N_c + 25 \cdot L_p) \cdot P$$

Vergelyking 2.14

U_{ARL} = Onvermydelike jaarlikse ware verliese (l/dag).

L_m = Lengte van netwerkpylyne (km).

N_c = Aantal verbruiker aansluitings.

L_p = Lengte van die aansluitings pylyne na die verbruikers (km).

P = Die gemiddelde druk in die stelsel (m).

Aangesien die U_{ARL} 'n fisiese waarde is kan hierdie waarde as 'n prestasie indikator gebruik word om verskillende stelsels met mekaar te vergelyk. Tesame met die Huidige Jaarlikse Ware Verliese (C_{ARL}) kan die prestasie indikator, Infrastruktuur Lekkassie Indeks (ILI) volgens vergelyking 2.15 (Seago & McKenzie 2007:15) bereken word.

$$ILI = \frac{C_{ARL}}{U_{ARL}}$$

Vergelyking 2.15

C_{ARL} = Huidige Jaarlikse ware verliese.

U_{ARL} = Onvermydelike jaarlikse ware verliese.

Seago & McKenzie (2007:48) definieer die oorgangswaarde tussen 'n aanvaarbare en onaanvaarbare ILI waarde gelyk aan 4. Indien die ILI waarde dus hoër as 4 is, is dit onaanvaarbaar en is die verliese van die stelsel te groot. Teoreties kan 'n ILI waarde nie laer as 1 wees nie. 'n Tipiese voorbeeld van 'n waterbalans berekening verskyn in paragraaf 2.6.4.

2.6.3. VOORBEELD VAN 'N WATERBALANS BEREKENING

Die volgende voorbeeld van 'n waterbalans berekening illustreer 'n moontlike toepassing van die teorie soos in paragraaf 2.6.1. tot 2.6.3 bespreek.

'n Plaaslike owerheid voorsien water aan 'n stelsel met die volgende kenmerke:

- Totale aantal km pylynlengtes in die stelsel : 1 500 km.
- Aantal water meter aansluitings : 60 000.
- Aantal verbruikers wat van water deur die stelsel voorsien word: 200 000.
- Die gemiddelde druk in die stelsel : 45 m.
- Die gemeterde water verbruik vir 1 jaar is volgens Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Gemeterde waterverbruik: 01/07/2009 – 30/06/2010.

| Water voorsien aan die Stelsel (x 10³ m³) | | Gemeter | Ongemeter |
|--|----------|-----------|-------------------|
| Vanaf eie bronne | | 36 720 | |
| Vanaf ander bronne | | 1 000 | 280 |
| Water verbruik uit die Stelsel (x 10³ m³) | Verreken | | Onverreken |
| | Gemeter | Ongemeter | Gemeter Ongemeter |
| Water uitgevoer | 1 500 | | |
| Huishoudelike verbruik | 24 500 | 500 | |
| Nie-huishoudelike verbruik | 6 900 | 100 | |
| Staanpype | | 500 | 10 |
| Brandbestryding | | | 100 |
| Spoel van netwerk | | | 100 |
| Ander verbruik 1 : Bouwerk | 1 040 | | |

'n Water balans vir die finansiële jaar 2009/10 kan nou opgestel word en die ILI kan vir die stelsel bereken word.

Die opgestelde water balans vir Julie 2009 tot Junie 2010 verskyn in Figuur 2.9. Vir elke komponent van die water balans is die eerste waarde die volume jaarlikse verbruik in 10³ m³ en die tweede waarde die persentasie van die totale water verbruik. Nie alle inligting rakende die water verbruik is altyd beskikbaar nie en aannames rakende die verdelings kan gemaak word, soos in die geval van die verdeling van water verliese tussen skynbare en ware verliese. In die voorbeeld is aanvaar dat skynbare verliese 20% van die totale verliese is. In die voorbeeld is die verdere opdeel van waterverliese in kleiner komponente geïgnoreer (die groen gekleurde gedeelte in Figuur 2.9).

WATER BALANS : VAN 01/07/2009 TOT 30/06/2010

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|--|---|---|------------------------------|--|
| EIE BRONNE 36 720 96.6% | WATER UITGEVOER | | | | | VERREKENDE UITGEVOERDE WATER | |
| | 1 500 3.9% | | | | | 1 500 4.3% | |
| INGEVOERDE WATER 1 280 3.4% | WATER VOORSIEN 36 500 96.1% | WETTIGE VERBRUIK 35 250 92.8% | VERREKENDE WETTIGE VERBRUIK 35 040 92.2% | INKOMSTE GENERENDE WATER 35 040 92.2% | VERREKENDE GEMETERDE VERBRUIK 32 440 92.6% | | |
| | | | | | VERREKENDE ONGEMETERDE VERBRUIK 1 100 3.1% | | |
| | | WATER VERLIESE 2 750 7.2% | ONVERREKENDE VERBRUIK 210 0.6% | NIE INKOMSTE GENERENDE WATER 2 960 7.8% | ONVERREKENDE GEMETERDE VERBRUIK 10 4.8% | | |
| | | | SKYNBARE VERLIESE 550 1.4% | | ONVERREKENDE ONGEMETERDE VERBRUIK 200 95.2% | | |
| | | | | | WARE VERLIESE 2 200 5.8% | ONWETTIGE VERBRUIK | |
| | | | | | | ONAKKURAATHEDE TYDENS METING | |
| LEKKASIES IN NETWERKE | | | | | | | |
| VELIESE IN NETWERK KOMPONENTE | | | | | | | |
| LEKKASIE OP AANSLUITINGS | | | | | | | |

Figuur 2.9. Jaarlikse Waterbalans voorbeeld.

Die inligting uit die waterbalans en die stelsel inligting kan gebruik word om verskillende prestasie indikatore te bereken wat gebruik kan word om die stelsel teenoor ander stelsel te evalueer en sodoende die effektiwe werking van die stelsel te bepaal. Die berekening van hierdie indikatore verskyn in Figuur 2.10.

Die indikatore verkry uit Figuur 2.10. dui op 'n stelsel wat effektief bestuur word, want die ILI waarde is gelyk 1.79 wat onder die voorgestelde waarde van 4 is (Seago & McKenzie, 2007:48) en die NRW is laag (7.8%). Die water verbruike van 1 610 l/dag is egter hoog, aangesien die grootste gedeelte van verbruik uit huishoudelike verbruik bestaan. Ten spyte van die feit dat die stelsel effektief bestuur word, is daar moontlikhede om water meer effektief op eindverbruiker vlak te gebruik.

| BEREKENING VAN WATERVERLIESE | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|------------|---|---|---|
| STELSEL INLIGTING | | | | | | |
| Beskrywing | Veranderlike | Data | Eenheid | | | |
| Totale pyplynlengte (Hooflyn + Netwerk) | Lm | 1 500 | km | | | |
| Aantal aansluitings | Ns | 60 000 | Aantal | | | |
| Digtheid van aansluitings | Ns/Lm | 40 | Per km | | | |
| Persentasie tyd wat die sisteem onder druk is. | T | 100 | % | | | |
| Gemiddelde druk in die sisteem | P | 45 | m | | | |
| Aantal verbruikers wat bedien word | Pop | 200 000 | Aantal | | | |
| Onvermydelike verliese | | | | | | |
| Beskrywing | Berekening | | Data | Eenheid | | |
| Op die pyplyne & netwerke | 18 x Lm x P x 365 x T/10 ⁸ | | 443 | 10 ³ m ³ / j | | |
| Op aansluitings | 0.8 x Ns x P x 365 x T/10 ⁸ | | 788 | 10 ³ m ³ / j | | |
| Jaarlikse volume (UARL) | | | 1 232 | | | |
| UARL in liters per aansluiting. | UARL x 10 ⁶ / (Ns x 365 x T/100) | | 56.3 | | | |
| WATERBALANS | | | | | | |
| EVALUERINGSTERMYN (12 Maande Periode) | | | | | | |
| Begin datum | | | 01/07/2009 | | | |
| End datum | | | 30/06/2010 | | | |
| Lengte van periode | d | | 365 dae | | | |
| Water voorsien aan die Stelsel | | Gemeter | Ongemeter | Totaal | | |
| Vanaf eie bronne | | 36 720 | | 36 720 x 10 ³ m ³ | | |
| Vanaf ander bronne | | 1 000 | 280 | 1 280 x 10 ³ m ³ | | |
| Totaal | | 37 720 | 280 | 38 000 x 10 ³ m ³ | | |
| Water verbruik | | Verreken | | Ongemeter | Totaal | |
| | | Gemeter | Ongemeter | Gemeter | Ongemeter | |
| Water uitgevoer | | 1 500 | | | 1 500 x 10 ³ m ³ | |
| Huishoudelike verbruik | | 24 500 | 500 | | 25 000 x 10 ³ m ³ | |
| Nie-huishoudelike verbruik | | 6 900 | 100 | | 7 000 x 10 ³ m ³ | |
| Staanpype | | | 500 | 10 | 510 x 10 ³ m ³ | |
| Brandbestryding | | | | 100 | 100 x 10 ³ m ³ | |
| Spoel van netwerk | | | | 100 | 100 x 10 ³ m ³ | |
| Ander verbruik 1 : | Bouwerk | 1 040 | | | 1 040 x 10 ³ m ³ | |
| Ander verbruik 2 : | | | | | x 10 ³ m ³ | |
| TOTAAL | | 33 940 | 1 100 | 10 | 200 | 35 250 x 10 ³ m ³ |
| Waterverliese | | | | | | |
| Totale Waterverliese : | | | | | 2 750 x 10 ³ m ³ | |
| Aanname vir skynbare verliese : | | | | | 20 % | |
| Skynbare verliese : | | | | | 550 x 10 ³ m ³ | |
| Jaarlikse werklike verliese (ARL) : | | | | | 2 200 x 10 ³ m ³ | |
| Indikatore | | Berekening | | | | |
| CARL | | ARL x 106 / (Ns x T/100 x d) | | 100 L/aansl./d | | |
| Waterverbruik | | Verbruik / (Ns x d) | | 1 610 L/aansl./d | | |
| ILI | | CARL / UARL | | 1.79 L/aansl./d | | |
| Onverekende verliese as % van Invoervolume | | | Volume | Invloei | % | |
| Onverekende verbruik : | | | 210 | 38 000 | 0.55% | |
| Skynbare verliese : | | | 550 | 38 000 | 1.45% | |
| Werklike verliese : | | | 2 200 | 38 000 | 5.79% | |

Figuur 2.10. Berekening van waterverliese.

2.7. OPSOMMING

Die literatuur studie het getoon dat daar 'n duidelike verband bestaan tussen die implementering van WAB/WB alternatiewe en die verandering in water verbruik wat die implementering van WAB/WB meebring. Hierdie verbande kan gebruik word om die verwagte impakte van die implementering van WAB/WB alternatiewe te modelleer om sodoende verwagte waterbesparings teenoor die kostes verbonde aan die implementering van WAB/WB alternatiewe, asook opgradering van infrastruktuur op te weeg. In die literatuurstudie is geskikte ekonomiese evalueringsmetodes gevind, wat in 'n ekonomiese evaluerings model van WAB/WB alternatiewe toegepas kan word. Hierdie ekonomiese evaluerings model kan op reeds geïmplementeerde projekte toegepas word om sodoende te bepaal of die implementering van WAB/WB alternatiewe wel ekonomiese geregverdig kan word.

3. DATA VERWERKING

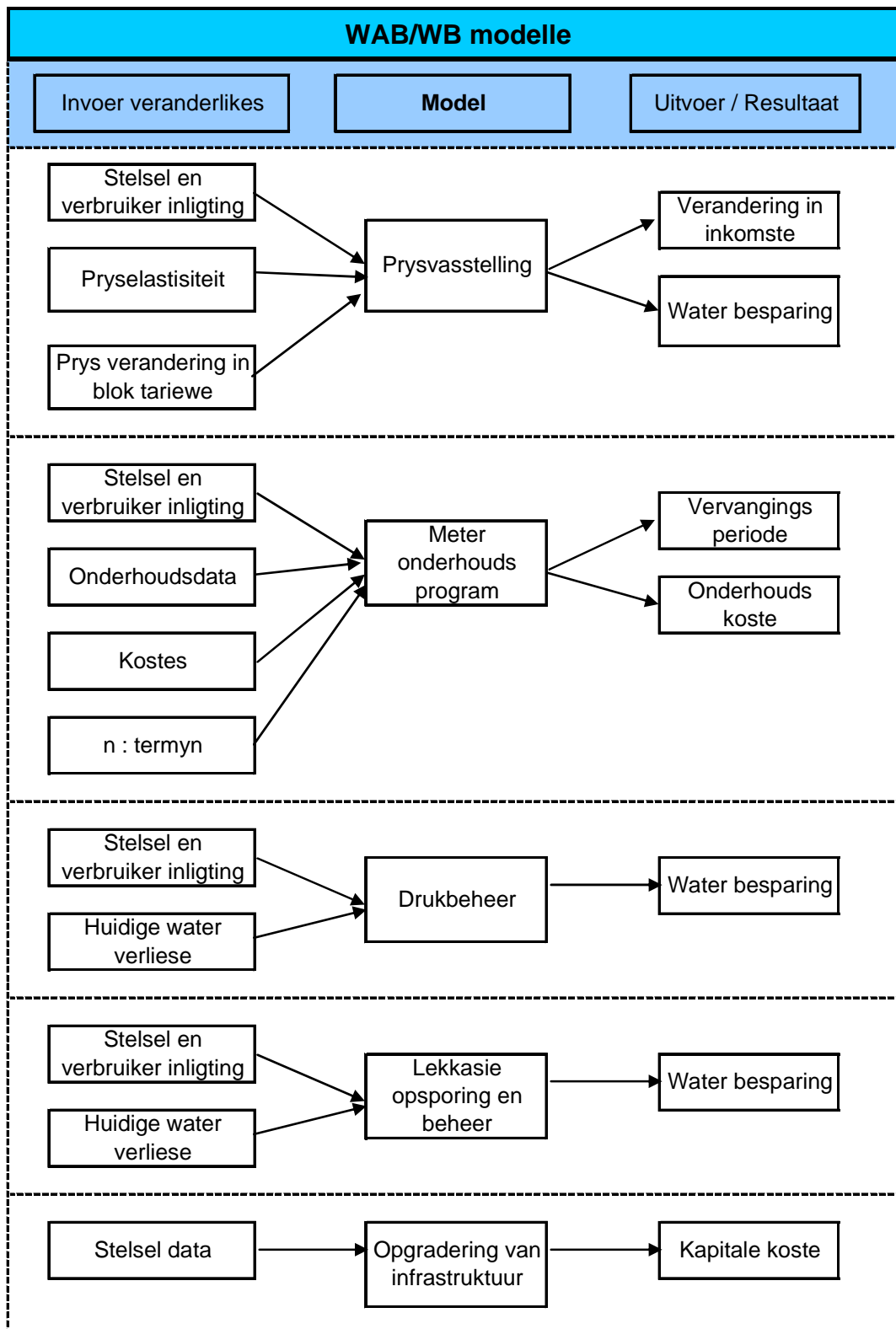
Uit die literatuur blyk dit duidelik dat vir die ekonomiese ontleding van WAB/WB alternatiewe die koste van die implementering van WAB/WB alternatiewe en die besparings verkry uit hierdie WAB/WB alternatiewe die grootste rol speel. Indien hierdie twee faktore bekend is, is dit dus moontlik om WAB/WB alternatiewe ekonomies op verskillende maniere te evalueer.

As eerste stap is modelle van verskillende WAB/WB alternatiewe ontwikkel om die moontlike besparing wat uit die implementering van die WAB/WB alternatiewe verkry kan word te bereken deur gebruik te maak van vereenvoudigende aannames. Daar is modelle vir prysvasstelling, drukbeheer, asook lekkasie opsporing en beheer ontwikkel. 'n Model uit die literatuur vir die optimisering van 'n meter onderhoudsprogram is ook gebruik en vir Suid Afrikaanse toestande aangepas. 'n Uiteensetting van die verskillende WAB/WB modelle verskyn in Figuur 3.1. Ingesluit in Figuur 3.1. is 'n model vir die kosteberaming vir die ontwikkeling van infrastruktuur om dieselfde volume water te voorsien as wat deur WAB/WB alternatiewe verkry word.

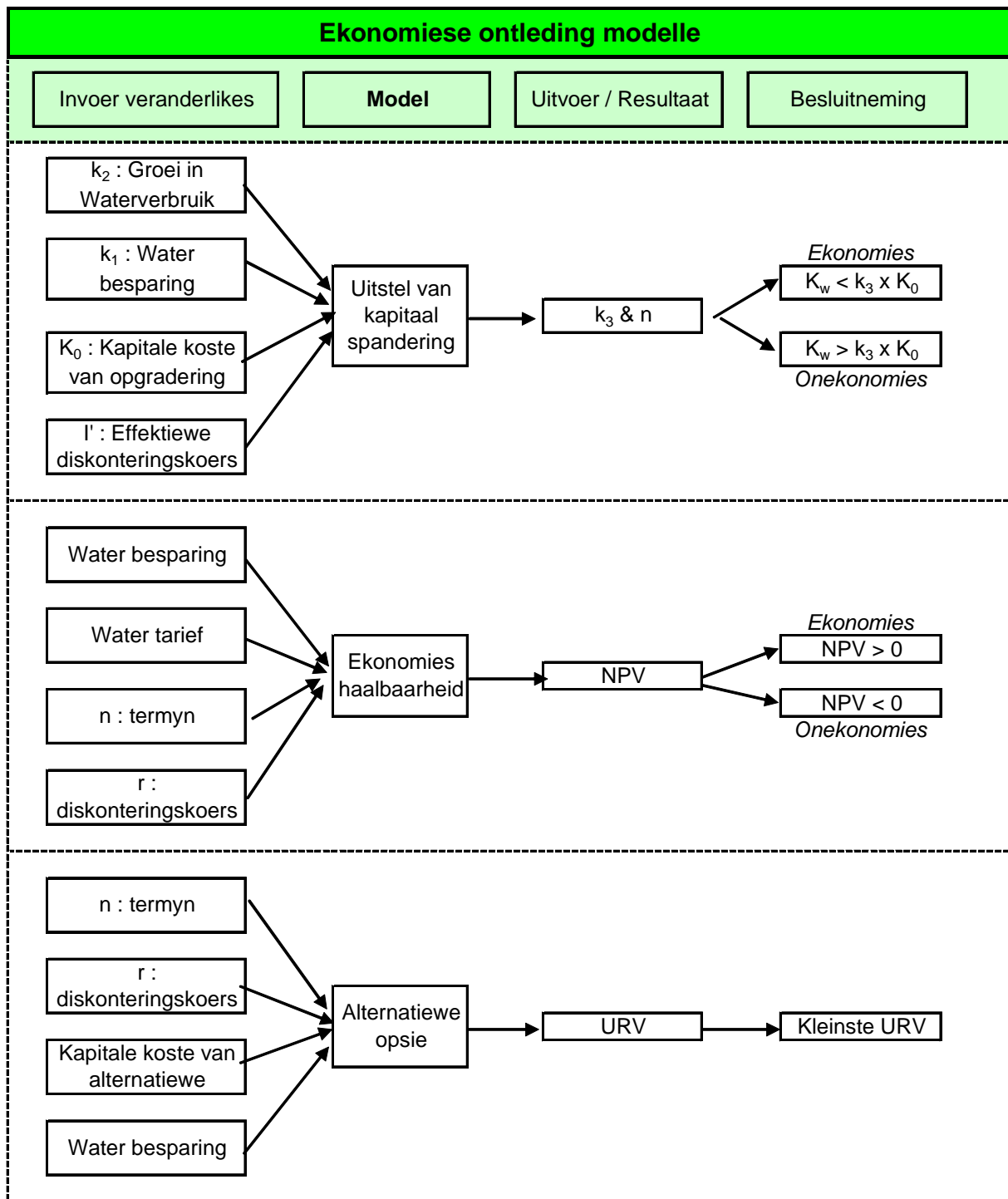
Tweedens is ekonomiese modelle ontwikkel om WAB/WB alternatiewe ekonomies te ontleed. Drie modelle is ontwikkel naamlik 'n model vir die berekening van uitstel van kapitaal, 'n model om die ekonomies haalbaarheid van 'n WAB/WB alternatief te bepaal en 'n derde model om die WAB/WB alternatief met die opgradering van infrastruktuur te vergelyk. 'n Uiteensetting van die verskillende ekonomiese modelle verskyn in Figuur 3.2.

Derdens is die WAB/WB alternatiewe modelle gebruik om die ekonomiese impakte van die verskillende WAB/WB te ontleed.

Laastens is gevalle studies uit die literatuur gebruik om WAB/WB alternatiewe ekonomies te ontleed deur gebruik te maak van die drie ekonomiese modelle. Gevalle studies is gekies waarvan die koste van die projek, sowel as die water besparing bekend was. Alle projekte kostes is vergelyk i.t.v. ekwivalente 2010 waardes. Die model vir opgradering van infrastruktuur is gebruik om die kostes te bereken van skemas wat ekwivalente lewerings het as wat deur die gevalle studie bespaar is.



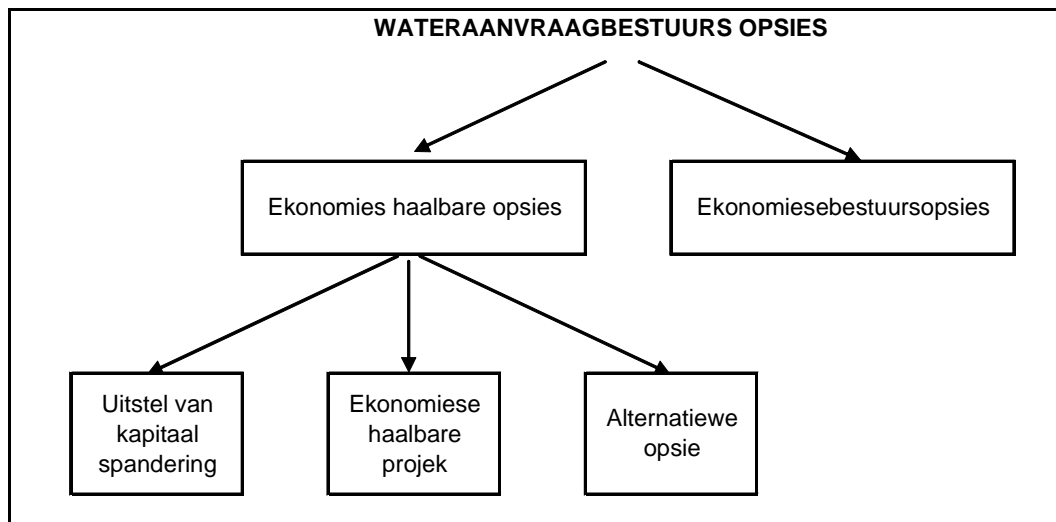
Figuur 3.1. WAB/WB modelle.



Figuur 3.2. Ekonomiese ontledings modelle.

3.1. OPSTEL VAN DIE EKONOMIESE BESLUITNEMINGSKRITERIA MODEL

Uit die bespreking van al die moontlike WAB/WB aksies wat geïmplementeer kan word is dit duidelik dat hierdie aksies in twee verskillende kategorieë verdeel kan word. Daar is die aksies wat noodsaaklik is vir die implementering van 'n goeie WAB/WB strategie (soos meting en sonering) en daardie aksies wat geïmplementeer kan word om die verliese van water uit die stelsel te verminder. Vir die eerste groep behels die ekonomiese evaluering om dit op die mees effektiewe manier te implementeer, terwyl die tweede groep op verskillende maniere geëvalueer kan word soos in Figuur 3.2. voorgestel word.



Figuur 3.2. Verdeling van Wateraanvraagbestuursopsies.

In Tabel 3.1. verskyn 'n opsomming van die evalueringsmetodes wat gebruik gaan word vir die verskillende WAB/WB opsies soos uit die beskikbare data van die literatuurstudie geïdentifiseer is.

Tabel 3.1 Evaluering van WAB/WB alternatiewe.

| WAB/WB Alternatiewe Ekonomiese Evalueringmetodes | Meting & sonering | Prysvasstelling | Drukbeheer | Optimisering van infrastruktuur | Lekkage opsoring & beheer |
|--|----------------------|-----------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Mees ekonomiese implementering | ■ | | | | |
| Uitstel van kapitaal spandering | | | ■ | ■ | ■ |
| Ekonomiese haalbare projek | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Alternatiewe opsie | | | ■ | ■ | ■ |

3.1.1. WAB/WB ALTERNATIEWE MODELLE

3.1.1.1. PRYSVASSTELLING

Prysvasstelling behels die verandering in die water tarief, met die uitsluitlike doel om die waterverbruik te verminder. Soos reeds bespreek in paragraaf 2.5.1.2.2 word die direkte effek van die verandering in prys op die waterverbruik d.m.v. prys elasticiteit (e) beskryf. Navorsing het getoon dat verskeie faktore 'n rol speel in die waarde van (e) en daartoe bydra dat die waarde wissel. Die belangrike kenmerk om egter in gedagte te hou by die ekonomiese evaluering van prysvasstelling is dat (e) binne die volgende grense val: $-1 < (e) < 0$.

Die waterverbruik sal dus afneem met 'n toename in prys. Die afname in waterverbruik sal egter kleiner as die toename in die prys van water wees. Die totale inkomste uit waterverkope sal dus verhoog. Dit is dus moontlik om prysvasstelling as 'n ekonomiese haalbare projek te beskou indien ander sosio-ekonomiese faktore buite rekening gelaat word.

3.1.1.1.1. MODELEERING VAN PRYSVASSTELLING

Die kern aspek in die modelleering van prysvasstelling is die impak van die prysverandering op die verandering in die waterverbruik tesame met die verandering in die verwagte inkomste wat uit die waterverbruik gegenereer word. Volgens die pryselastisiteitsindeks vergelyking behoort hierdie berekening heel eenvoudig te wees solank die tarief van water (P) konstant bly. Dit is egter nie die geval by plaaslike owerhede waar goeie WAB/WB wel toegepas word nie en waar 'n goeie blok tariefstelsel geïmplementeer word nie. 'n Goeie blok tariefstruktuur beteken dat die kostes verbonde aan basiese waterbehoefte laer as die daaropvolgende behoeftes is. Dit is dus noodsaaklik dat die model die variasie in die prysstruktuur sowel as die variasie in die maandelikse verbruik deur verskillende waterverbruikers in ag moet neem. Hierdie data is egter nie altyd beskikbaar nie en verdelings moet soms geskat word.

Die model maak dit moontlik om op verskillende tariefblokke verskillende pryselastisiteitswaardes toe te pas. Eerstens word water verbruikers verdeel volgens die tarief blok waarin hul huidige gemiddelde waterverbruik val. Die volume water vir elke tariefblok word bereken. In die model word die impak van pryselastisiteit op die verbruikers in elke blok toegepas. So 'n aanpassing per blok word genoodsaak a.g.v. die verskillende invloede van prys op 'n verbruiker wat net van die basiese bloktarief gebruik maak (0kl - 6kl) en die verbruiker wat beduidend meer water gebruik as slegs die basiese verbruik. Die aanname is dus dat prys

elastisiteit kan verskil tussen verbruikers wat verskillende gemiddelde maandelikse water verbruik het. 'n Verbruiker wat byvoorbeeld 100 kl/maand gebruik en in 'n hoër blok val, se maandelikse besparing sal byvoorbeeld verskil van 'n verbruiker wat slegs die basiese behoefte verbruik (0kl – 6kl) en in die eerste blok val. Die nuwe waterverbruik, weens die impak van pryselastisiteit, in elke blok word volgens vergelyking 2.8. bereken, soos in paragraaf 2.5.1.2.2 bespreek. Die waterbesparings van elke groep van verbruikers word teen die tarief van die grootste blok waarin hul val aangeslaan en indien nodig word verbruikers na 'n laer tarief blok geskuif. Die inkomste uit die nuwe water tariewe word bereken en met die waterbesparing vergelyk.

Die volgende invoer parameters van die model word benodig:

- Die totale aantal verbruikers.
- Verdeling van die waterverbruikers volgens blokke.
- Die jaarlikse waterverbruik.
- Die inkomste uit die jaarlikse waterverkope.
- Die blok tariefstruktuur.
- Die prys van water vir elk van hierdie blokke.
- Die voorgestelde prysaanpassing.

Die terme wat in die model gebruik word kan die beste aan die hand van die toepassing van 'n voorbeeld beskryf word:

'n Plaaslike owerheid verskaf water aan 1 000 verbruikers. Die totale jaarlikse verbruik is 95 000 kl met 'n totale jaarlikse inkomste uit waterverkope van R150 000. Die plaaslike owerheid pas 'n blok tariefstruktuur met 5 vlakke toe. Die gemiddelde maandelikse waterverbruiksverdeling van die verbruikers is as volg: 500 waterverbruikers se maksimum verbruik val in blok A, 250 in blok B, 150 in blok C, 100 in blok D en geen verbruikers bereik blok E nie. Die plaaslike owerheid beplan om die tariewe van al die blokke te verdubbel.

Die model word gebruik om die impak van hierdie verdubbeling van die tariefstruktuur te bereken en verskyn volledig in Figuur 3.4. Die funksionering van die model sal nou geïllustreer word deur elke stap individueel aan die hand van die voorbeeld te bespreek.

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 95 000 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 150,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|-----|---|-----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.50 /kl |
| B | 7 | - | 10 | R 1.50 /kl |
| C | 11 | - | 20 | R 3.00 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 4.50 /kl |
| E | 41 | - | 100 | R 12.00 /kl |
| F | 101 | - | | |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|-----|---|-----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 500 | 3 000 | 1 167 | 4 167 | R 2,083.33 |
| B | 7 | - | 10 | 250 | 1 000 | 389 | 1 389 | R 2,083.33 |
| C | 11 | - | 20 | 150 | 1 000 | 583 | 1 583 | R 4,750.00 |
| D | 21 | - | 40 | 100 | | 778 | 778 | R 3,500.00 |
| E | 41 | - | 100 | | | | | |
| F | 101 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 5 000 | 2 917 | 7 917 | R 12,416.67 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|-----|---|-----|-------------|------------------------|------|-------|-------|
| A | 0 | - | 6 | R 1.00 /kl | -0.17 | 1.00 | -0.17 | 3 968 |
| B | 7 | - | 10 | R 3.00 /kl | -0.17 | 1.00 | -0.17 | 1 068 |
| C | 11 | - | 20 | R 6.00 /kl | -0.17 | 1.00 | -0.17 | 1 229 |
| D | 21 | - | 40 | R 9.00 /kl | -0.17 | 1.00 | -0.17 | 306 |
| E | 41 | - | 100 | R 24.00 /kl | -0.17 | 1.00 | -0.17 | |
| F | 101 | - | | | -0.17 | | | |
| Totaal | | | | | | | | 6 571 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : **R 17,300.00**

Vewagte totale jaarlikse verkope : **R 208,993.29**

Verwagte waterbesparing **16 148 m³**
17.0%

Figuur 3.4. Die verwagte impak van die watertarief verandering op die verbruik.

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 95 000 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 150,000.00 |

Die basiese inligting van die stelsel soos hierbo verskaf word hier ingevoer.

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|-----|---|-----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.50 /kl |
| B | 7 | - | 10 | R 1.50 /kl |
| C | 11 | - | 20 | R 3.00 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 4.50 /kl |
| E | 41 | - | 100 | R 12.00 /kl |
| F | 101 | - | | |

Die model maak voorsiening vir 'n maksimum van 6 vlakke in die blok tariefstruktuur. Ses vlakke is voldoende om enige goeie tariefstruktuur voor te stel. Die kategorieë (6, 10, 20, 40, 100) word hier tesame met die huidige tarief in R/kl van die verskillende blokke gedefinieer (R0.50, R1.50, R3.00, R4.50, R12.00).

Aantal verbruikers in elke tarief groep

(Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse | |
|----------------|-----|---|-----|---------------|------------------|--------------|----------------------|-------------|
| | | | | | | | verbruik | inkomste |
| A | 0 | - | 6 | 500 | 3 000 | 1 167 | 4 167 | R 2,083.33 |
| B | 7 | - | 10 | 250 | 1 000 | 389 | 1 389 | R 2,083.33 |
| C | 11 | - | 20 | 150 | 1 000 | 583 | 1 583 | R 4,750.00 |
| D | 21 | - | 40 | 100 | | 778 | 778 | R 3,500.00 |
| E | 41 | - | 100 | | | | | |
| F | 101 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 5 000 | 2 917 | 7 917 | R 12,416.67 |

Tydens hierdie stap in die model word die huidige verbruik en inkomste in elke blok bereken. Die "N Verbruikers" verteenwoordig die gemiddelde maandelikse aantal verbruikers wat in die onderskeie blokke val, waarvan die maksimum verbruik nie die boonste perk van die blok oorskry waarin hy val nie. Slegs die aantal waterverbruikers (500, 250, 150, 100) word in die "N Verbruikers" kolom ingevoer. Die model bereken die volgende:

“Basiese verbruik” – Dit verteenwoordig die totale volume van die gebruikers wat meer as die maksimum perk in die onderskeie blokke gebruik. Byvoorbeeld in Blok B is daar 250 verbruikers, wat uit 100 in blok D en 150 in blok C bestaan, wat meer as 10 kl/ maand, die hoogste verbruik van blok B, verbruik. Die Basiese verbruik word dus bepaal as 250 (blok C + blok D) * 4kl (Blok B verteenwoordig 4kl: 10kl-6kl)= 1 000kl. Soortgelyk is die basiese verbruik van blok C 1 000kl wat bereken word deur die 100 verbruikers van blok D wat meer as 20 kl/maand met die 10kl van blok C (20kl – 10kl) te vermenigvuldig.

Met die basiese verbruik nou bekend weet ons die hoeveelheid water wat as 'n minimum verbruik word. Indien byvoorbeeld 4 verbruikers in blok B val, weet ons hulle gebruik ten minste 6 kl elk, maar dit is nog onbekend hoeveel water teen blok B se tarief aangeslaan word.

Om hiervoor voorsiening te maak moet die “Add Verbruik” in die model bereken word. Aangesien die “Totale jaarlikse verbruik” (75 000 kl in die voorbeeld) bekend is en die “Basiese verbruik” bereken is (5 000kl) is dit moontlik om 'n benaderde syfer met sekere aannames te bepaal. Daar word aangeneem dat die jaarlikse verbruik eweredig oor die maande versprei is en dus kan die gemiddelde maandelikse verbruik bereken word (95 000/12 = 7 917kl). Die “Add Verbruik” beloop dus 2 917kl (7 917kl – 5 000kl). Dit is egter onseker in watter tariefblok hierdie verbruik plaasvind en die “Add verbruik” moet dus in al die beskikbare blokke verdeel word.

'n Aanneme word weer gemaak dat hierdie “Add verbruik” proporsioneel tot die maksimum verbruik per blok verdeel word. Vir blok B is die maksimum verbruik volgens die voorbeeld dus 250 verbruikers x 4 kl = 1 000 kl. Soortgelyk kan die maksimum verbruik in blok A as 3 000 kl, blok C as 1 500 kl en blok D as 2 000 kl bepaal word, met 'n totaal van 7 500 kl (3 000 kl + 1 000 kl + 1 500 kl + 2 000 kl) in die voorbeeld. Die “Add verbruik” in blok B kan dus as 1 000 kl / 7 500 kl x 2 917 kl = 389 kl bepaal word.

“Verwagte maandelikse verbruik” - Die totaal van die “Basiese Verbruik” en “Add Verbruik”.

“Verwagte Maandelikse Inkomste” - Die maandelikse inkomste uit die water verkoop van die blok wat gelyk is aan die “Verwagte Maandelikse Verbruik” vermenigvuldig met die “Prys” van die blok.

“Totaal*” - Die totale van elke kolom. Die “N Verbruikers” totaal en die totaal van die “Verwagte maandelikse verbruik” stem met die in “Stelsel inligting” ooreen, terwyl die totaal

van “Verwagte Maandelikse Inkomste” van die data in “Stelsel inligting” verskil weens die moontlike foutiewe verdelings van “N Verbruikers” asook “Add verbruik”. In die berekening van die “N Verbruikers” per blok word ’n gemiddelde maandelikse verbruik aanvaar. Die aantal verbruikers in elke blok verskil egter op ’n maand tot maand basis weens seisoenale wisseling in maandelikse verbruik. Die “Add verbruik” is ook gelyk verdeel in die verskillende blokke aangesien die presiese verdeling nie bekend is nie. Hierdie verskille in inkomste word later in ag geneem.

| Nuwe water tarief | | | | | | | | |
|-------------------|-----|---|-----|-------------|----------------------------|------|-------|-------|
| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys- elasticiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
| A | 0 | - | 6 | R 1.00 /kl | -0.17 | 1.00 | -0.17 | 3 968 |
| B | 7 | - | 10 | R 3.00 /kl | -0.17 | 1.00 | -0.17 | 1 068 |
| C | 11 | - | 20 | R 6.00 /kl | -0.17 | 1.00 | -0.17 | 1 229 |
| D | 21 | - | 40 | R 9.00 /kl | -0.17 | 1.00 | -0.17 | 306 |
| E | 41 | - | 100 | R 24.00 /kl | -0.17 | 1.00 | -0.17 | |
| F | 101 | - | | | -0.17 | | | |
| Totaal | | | | | | | | 6 571 |

Die verandering in verbruik word hier bereken deur die nuwe “prys” van elke tariefblok, asook die gemiddelde prys elasticiteit wat op elke blok van toepassing is, in te voer. In die voorbeeld is die prys (tarief) vir elke blok verdubbel en dieselfde gemiddelde pryselasticiteit vir alle blokke is aanvaar. Die res van die veranderlikes word as volg bereken:

“dP/P” - Die verandering in die prys as ’n verhouding tot die oorspronklike prys. Vir blok A is dit dus $(R1.00 - R0.50) / (R0.50) = 1$.

“dQ/Q” - Die verandering in die verbruik as ’n verhouding tot die oorspronklike verbruik bereken volgens die pryselasticiteit vergelyking 2.8, soos in paragraaf 2.5.1.2.2 bespreek. Vir blok A beloop dit dus $-0.17 \times 1 = -0.17$.

“Qn”- Dit verteenwoordig die nuwe “Verwagte maandelikse verbruik” na die impak van die prysaanpassings. Die “Qn” vir elke blok word as volg bereken:

1. Die gemiddelde water verbruik van elk van die “N Verbruikers” wat in die blok val word bereken. Vir blok A is die gemiddelde waterverbruik (Q) van die 500 verbruikers gelyk aan 2.33 kl / maand (1 167 kl / 500). Die “Basiese verbruik” van 3 000 kl in blok A word nie deur die 500 verbruikers verbruik nie, maar wel deur die verbruikers in blok B, blok C en blok D. Vir blok B is die gemiddelde

verbruik van die 250 verbruikers gelyk aan 7.56 kl per maand wat uit die “Add verbruik” van 389kl van blok B plus die “Basiese verbruik” van blok A vir die 250 verbruikers ($[389\text{kl} + 250 \times 6\text{kl}] / 250$) bestaan. Op soortgelyke wyse kan die gemiddelde waterverbruik van die 150 verbruikers van blok C bereken word as 13.89kl ($[583\text{kl} + 150 \times 10\text{kl}] / 150$).

2. Die prys elasticiteit van elke blok word toegepas op die gemiddelde verbruik van die “N Verbruikers” wat in daardie blok val en ’n nuwe verbruik word bereken. Vir die verbruikers in blok A verlaag die verbruik met 0.40 kl/maand [$dQ = (e) \times Q$; -0.17×2.33] en die nuwe gemiddelde verbruik is gelyk aan 1.94 kl/maand ($2.33\text{kl} - 0.4\text{kl}$). In blok B verlaag die verbruik met 1.28 kl/maand (-0.17×7.56) na 6.27 kl per maand. Soortgelyk kan die nuwe gemiddelde gebruike van verbruikers in blok C en D as onderskeidelik 11.53 kl/maand en 23.06 kl/maand bereken word.
3. Die nuwe gemiddelde water verbruik van die verbruikers word nou volgens die blokke waarin dit voorkom ingedeel en die nuwe verbruik per blok word nou bereken (“ Q_n ”). Die verbruik in Blok A bestaan uit die 1.94 kl/maand van die 500 verbruikers in blok A asook die 6 kl van die verbruikers in blok B, C en D. Die maandelikse verbruik in blok A is dus gelyk aan 3 968 kl [$(1.94 \text{ kl} \times 500) + (250 \times 6 \text{ kl}) + (150 \times 6 \text{ kl}) + (100 \times 6 \text{ kl})$]. Die maandelikse verbruik van Blok B is gelyk aan die gedeelte van die verbruik wat die 250 verbruikers in Blok B gebruik plus die 4 kl wat die gebruikers van blok C en D in blok B gebruik. Die verbruik van blok B kan dus bereken word as 1 068 kl en bestaan uit die 0.27kl (die totale gemiddelde verbruik van 6.27 kl minus die 6 kl wat in blok A gebruik word) vermenigvuldig met die 250 verbruikers in blok B plus die 4 kl van die verbruikers van blok C en D ($0.27 \text{ kl} \times 250 + 4 \text{ kl} \times [150 + 100]$). Soortgelyk kan die nuwe verbruik van blok C en D as 1 229 kl/maand en 306 kl/maand onderskeidelik bepaal word.

Die besparings wat in hoër blokke voorkom lyk of dit groter as die in laer blokke is (Blok D: 778kl vs. 306kl en Blok A: 4 167kl vs. 3 968kl). Hierdie verskille kan toegeskryf word aan die besparing in verbruik van hoër blok verbruikers wat dwarsdeur al die blokke voorkom, maar slegs in die hoër blok gereflekteer word. (Die verbruiker gebruik steeds 6 kl in blok A).

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling :

R 17,300.00

Dit is die verwagte inkomste deur die nuwe verbruike in ag te neem.

$$\sum Q_n \times \text{"Prys"}$$

Vewagte totale jaarlikse verkope :

R 208,993.29

Die nuwe verwagte jaarlikse verkope word bereken deur die "totale jaarlikse verkope" in "Stelsel inligting" met die verhouding van "Berekende gemiddelde maandelikse Inkomste weens prysvasstelling" / "Verwagte Maandelikse Inkomste" aan te pas. Hierdie aanpassing word gedoen om die verskille wat daar tussen die berekende maandelikse waterverkope en die werklike waterverkope mag bestaan reg te stel.

Verwagte waterbesparing

**16 148 m³
17.0%**

Dit is 'n berekening van die totale besparing weens prysvasstelling. Die besparing word ook as 'n persentasie uitgedruk. Vir hierdie bepaalde voorbeeld is dit 17%, wat met die gebruik van 'n konstante $e = -0.17$ vir alle blokke ooreenstem.

Hierdie prysvasstelling model kan gebruik word om die verwagte veranderings in inkomste en waterbesparings wat uit die verhoging in water tariewe verkry word te bepaal.

3.1.1.1.2. VERWAGTE VERANDERING VAN WATERVERBRUIK WEENS WATERTARIEF VERHOOGING VAN STAD KAAPSTAD.

Stad Kaapstad beplan om watertariewe vir die finansiële jaar 2010/11 gemiddeld met 10% te verhoog om met die finansiering van noodsaaklike infrastruktuur opgraderings te help (Increased Water and Sanitation Tariffs for necessary infrastructure upgrades. [S.a.]). Die prysvasstelling model, soos in 3.1.1.1.1. bespreek, is gebruik om die impak op die waterverbruik, sowel as die verandering in inkomste vir verskillende prysverhogings te bereken en verskyn in Bylae 2.

Die volgende aannames is in die ontleding gemaak.

- Slegs die impak van huishoudelike verbruikers wat teen die blok tarief met ses vlakke aangeslaan word is ontleed.
- Die ontleding is gedoen vir 1 000 verteenwoordigende meterpunte met 'n gemiddelde maandelikse verbruik van 25.4 kl/maand.
- Die verdeling van eindverbruikers is volgens Tabel 3.2. en Tabel 3.4.
- Die huidige watertarief is volgens die tariefblokke van die finansiële jaar 2009/10 (Increased Water and Sanitation Tariffs for necessary infrastructure upgrades. [S.a.]) en die nuwe watertarief is uniform met 5%, 10%, 20%, ens. verhoog (tot 'n maksimum waarde van 100%). Alhoewel Stad Kaapstad 'n klein aanpassing in die blokke van die blok tariewe vir 2010/11 gemaak het is dit nie in hierdie ontleding in ag geneem nie.
- Die prys elasticiteitsindeks waardes van Tabel 2.2. is gebruik. Die gemiddelde waterverbruik uit die verslag van Van Vuuren, van Zyl, Veck, & Bill (2004:4-25,26) is gebruik om die verskillende tariefblokke aan lae, middel en hoë inkomste groepe te koppel. Lae inkomste verbruikers word deur tarief blokke A en B verteenwoordig. Middel inkomste verbruikers word deur tarief blokke C en D verteenwoordig, terwyl tarief blok E die hoë inkomste verbruikers verteenwoordig. Twee moontlike gevalle is ontleed om die impak van die prys elasticiteitsindeks waardes te illustreer. In die eerste geval is die prys elasticiteitsindeks waardes uit Tabel 2.2. van Veck, Bill, van Vuuren en Van Zyl vir Kaapstad (-0.11, -0.10, -0.09) gebruik. In die tweede geval is waardes van Veck en Bill vir Suid Afrika (-0.14, -0.17, -0.19) gebruik.

Tabel 3.2. Prysvasstelling veranderlikes vir geval 1.

| Tarief groep | | | | Prys | N Verbruikers | Gemiddelde pryselasticiteit |
|--------------|----|---|----|-------------|---------------|-----------------------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | 200 | -0.11 |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl | 150 | -0.11 |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl | 100 | -0.101 |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl | 450 | -0.101 |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl | 100 | -0.087 |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl | | |

| | | | | | | |
|--------------------------------|--|--|--|--------------|--|--|
| Aantal waterverbruikers | | | | 1 000 | | |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | | | | 304 800 | | |
| Totale Jaarlikse waterverkope | | | | R 200,000.00 | | |

In die eerste geval is die absolute waarde van die prys elasticiteitsindeks waardes kleiner vir die hoër tarief blokke (Tabel 3.2). Die impak op die verandering in water verbruik weens die verandering in prys is dus kleiner by verbruikers in die hoër inkomste groepe. Daar is 11

ontledings gedoen om die verandering in die waterverbruik en die verandering in inkomste te bepaal. Vir elk van hierdie ontledings is die watertarief in elke blok dieselfde aangepas. Ontledings is in intervale van 10% prysverhogings gedoen, asook een vir 'n prysverhoging van 5%. 'n Opsomming van die resultate van die ontledings verskyn in Tabel 3.4.

Tabel 3.3. Resultate van tarief verhoging vir geval 1.

| % Tarief verhoging | Huidige Verbruik (kl) | Jaarlikse besparing (kl) | % Water besparing (1) | Verkope | | % verhoging in verkope (1) |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------|----------------------------|
| | | | | Huidige | Verwagte | |
| 5 | 304 800 | 1 512 | 0.5% | R 200,000 | R 208,371 | 4.2% |
| 10 | 304 800 | 3 012 | 1.0% | R 200,000 | R 216,599 | 8.3% |
| 20 | 304 800 | 6 048 | 2.0% | R 200,000 | R 232,559 | 16.3% |
| 30 | 304 800 | 9 072 | 3.0% | R 200,000 | R 247,904 | 24.0% |
| 40 | 304 800 | 12 120 | 4.0% | R 200,000 | R 262,608 | 31.3% |
| 50 | 304 800 | 15 120 | 5.0% | R 200,000 | R 276,754 | 38.4% |
| 60 | 304 800 | 18 156 | 6.0% | R 200,000 | R 290,216 | 45.1% |
| 70 | 304 800 | 21 180 | 6.9% | R 200,000 | R 303,093 | 51.5% |
| 80 | 304 800 | 24 216 | 7.9% | R 200,000 | R 315,310 | 57.7% |
| 90 | 304 800 | 27 228 | 8.9% | R 200,000 | R 326,977 | 63.5% |
| 100 | 304 800 | 30 252 | 9.9% | R 200,000 | R 337,960 | 69.0% |

Die ontledings is vir geval twee herhaal en in hierdie geval is die prys elasticiteitsindeks waardes (Tabel 3.4.) baie naby aan mekaar vir die verskillende inkomste groepe en raak die impak geleidelik groter met hoër waterverbruike. Dit beteken dat waterbesparing van hoër inkomste groepe meer as die van lae inkomste verbruikers is. Die resultate van die ontledings vir geval twee verskyn in Tabel 3.5.

Tabel 3.4. Prysvasstelling veranderlikes vir geval 2.

| Tarief groep | | | | Prys | N Verbruikers | Gemiddelde pryselasticiteit |
|--------------|----|---|----|-------------|---------------|-----------------------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | 200 | -0.14 |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl | 150 | -0.14 |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl | 100 | -0.17 |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl | 450 | -0.17 |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl | 100 | -0.19 |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl | | |

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Tabel 3.5. Resultate van tariefverhoging vir geval 2.

| % Tarief verhoging | Huidige Verbruik (kl) | Jaarlikse besparing (kl) | % Water besparing (2) | Verkope | | % verhoging in verkope (2) |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|
| | | | | Huidige | Verwagte | |
| 5 | 304 800 | 2 616 | 0.9% | R 200,000 | R 207,088 | 3.5% |
| 10 | 304 800 | 5 196 | 1.7% | R 200,000 | R 213,915 | 7.0% |
| 20 | 304 800 | 10 416 | 3.4% | R 200,000 | R 226,718 | 13.4% |
| 30 | 304 800 | 15 600 | 5.1% | R 200,000 | R 238,430 | 19.2% |
| 40 | 304 800 | 20 820 | 6.8% | R 200,000 | R 249,014 | 24.5% |
| 50 | 304 800 | 26 028 | 8.5% | R 200,000 | R 258,496 | 29.2% |
| 60 | 304 800 | 31 224 | 10.2% | R 200,000 | R 266,865 | 33.4% |
| 70 | 304 800 | 36 432 | 12.0% | R 200,000 | R 274,147 | 37.1% |
| 80 | 304 800 | 41 628 | 13.7% | R 200,000 | R 280,323 | 40.2% |
| 90 | 304 800 | 46 836 | 15.4% | R 200,000 | R 285,385 | 42.7% |
| 100 | 304 800 | 52 044 | 17.1% | R 200,000 | R 289,324 | 44.7% |

Die voorgestelde verhoging van 10% (Increased Water and Sanitation Tariffs for necessary infrastructure upgrades. [S.a.]) bring mee dat die verwagte waterverbruik met tussen 1% en 1.7% gaan daal weens die verhoging in prys en die inkomste gaan 'n styging van tussen 7% en 8.3% toon afhangende van wat die werklike prys elasticiteitsindeks waardes is. Die resultate van hierdie ontleding van prysvasstelling word volledig in paragraaf 4.5 bespreek.

3.1.1.2. METING & SONERING

Soos reeds in paragraaf 2.5.2.1 bespreek, kan meting en sonering nie in isolasie beskou word nie. Dit maak dus nie sin om dit ekonomies as 'n alternatief te evalueer nie. As meting en sonering egter as 'n vereiste vir goeie WAB/WB beskou word is dit wel moontlik om dit te evalueer uit die oogpunt van die mees effektiewe manier hoe om dit te implementeer. Die effektiwiteit van meting word deur die volgende faktore bepaal:

1. Ongemeterde verbruik en ongemeterde sonies.

Dit is moontlik om deur goeie WAB/WB bestuur toe te pas, te verseker dat alle bekende eindverbruikers en sonies gemeter word. In die modeleering van meting word dus aanvaar dat alle eindverbruikers gemeter word en bestaande prosedures bestaan om nuwe eindverbruikers in te sluit.

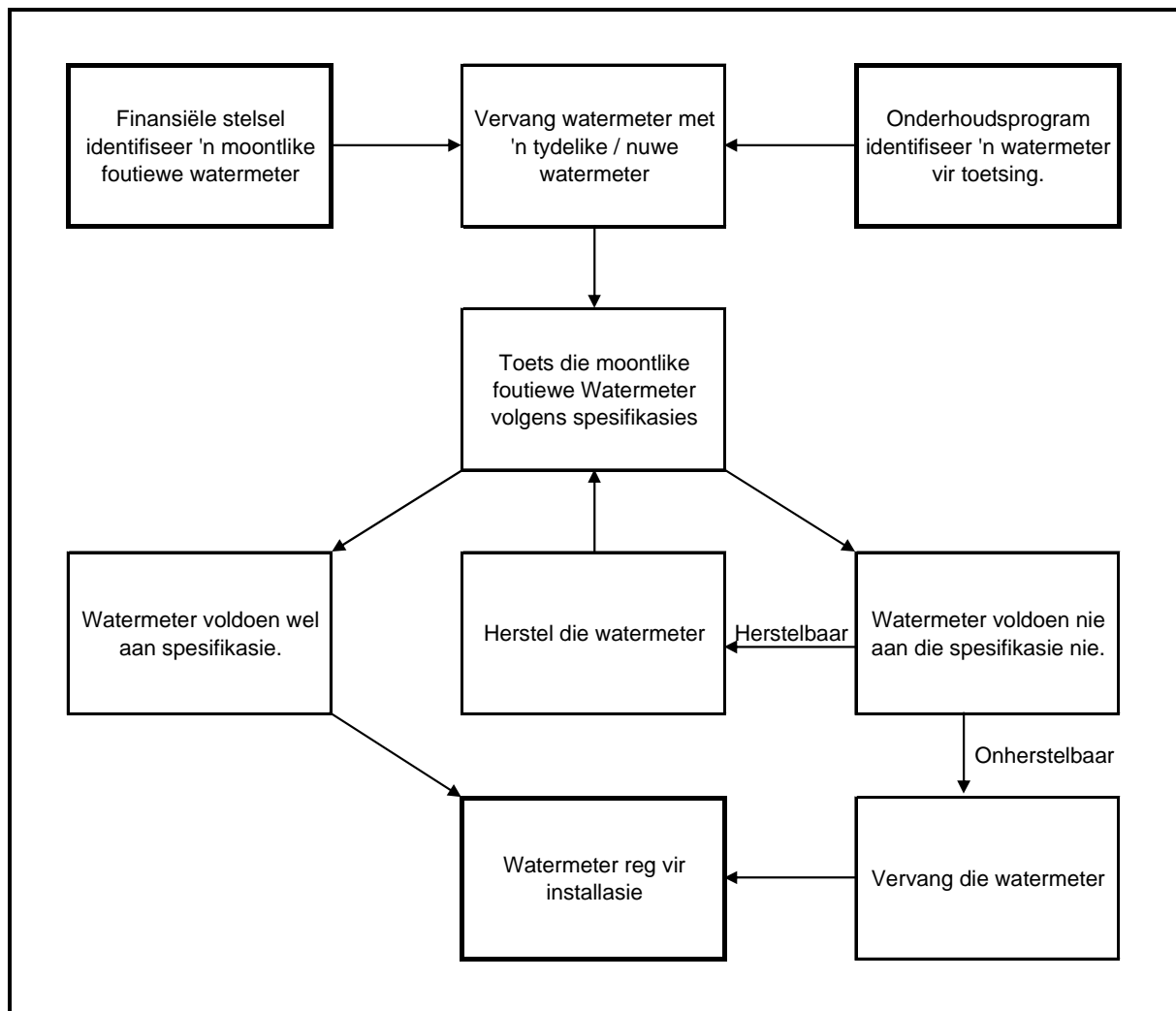
2. Korrektheid van die meterinstallasies.

Alhoewel die korrekte meter grootte en die installasie van die meter 'n groot rol in die akkuraat van die meterlesings speel word aanvaar dat die aanvanklike installasie en keuse van meter korrek is en dat die verbruikspatrone van die eindverbruiker/sonie nie oor tyd verander nie.

3. Korrekte funksionering van die watermeters.

Die akkuraatheid van watermeters neem oor tyd af weens slytasie van meganiese komponente. Die moontlikheid bestaan ook dat watermeters sodanig beskadig word dat die meters geen verbruik registreer nie. Indien die meters dus nie onderhou word nie, neem die kosteverhaling van die waterverbruik met verloop van tyd af weens die verlaging in die gemiddelde akkuraatheid van die meters.

'n Onderhoudsprogram of watermeter vervangingsprogram is dus noodsaaklik om te verseker dat die skynbare verliese weens onakkurate meterlesing tot 'n minimum beperk word. 'n Verlaging in die gemiddelde ouderdom van die meters bring 'n verlaging in skynbare verliese mee maar verhoog weer die jaarlikse onderhoudskoste. 'n Balans tussen die ouderdom van die meter en die skynbare verliese moet dus gevind word om die jaarlikse onderhoudskostes so laag as moontlik te hou. In Figuur 3.5. verskyn 'n skematiese uitleg van 'n tipiese meteronderhoudsprogram waar die moontlike foutiewe en onakkurate watermeters deur twee moontlike prosesse geïdentifiseer word. Eerstens identifiseer die finansiële stelsel moontlike meters wat geen verbruik registreer en dus moontlik foutief is. Tweedens word 'n vasgestelde hoeveelheid watermeters op jaarlikse basis getoets om vas te stel of die watermeters steeds binne spesifikasie waterverbruik registreer. Die meters wat steeds aan die spesifikasie voldoen, word terug in sirkulasie geplaas, terwyl foutiewe meters herstel of vervang word. Weens die koste verbonde aan die herstel van watermeters, die koste van hertoetsing van die watermeter en die moontlikheid van sukses van die herstel, is aanvaar dat herstelkoste van 'n watermeter dieselfde as die koste van 'n nuwe meter is. Die herstelproses word dus geïgnoreer.



Figuur 3.5. Skematiese uitleg van 'n meter onderhoudsprogram.

3.1.1.2.1. MODELEERING VAN 'N METER ONDERHOUDSPROGRAM

Om die gemiddelde jaarlikse koste verbonde aan die meteronderhoudsprogram te bepaal is besluit om die model te gebruik wat deur Noss, Newman & James (1987) opgestel is eerder as die ontwikkeling van 'n nuwe model. Die model is in afdeling 2.5.2.1.1 bespreek.

3.1.1.2.2. EVALUERING VAN DIE KOSTE VAN DIE ONDERHOUDSPROGRAM

Die model soos beskryf in 2.5.2.1.1. kan nou gebruik word om die koste effektiwiteit van die onderhoudsprogram, soos in Figuur 3.5. uiteengesit, te evalueer en om die optimum toets periode (PER) vir die bepaalde omstandighede te bepaal.

1. Stelsel inligting

Die onderhoudsprogram word vir 'n plaaslike owerheid met 'n stelsel van 5 000 huishoudelike verbruikers met 'n jaarlikse gemiddelde gemeterde waterverbruik van 2 000 000 kl per jaar geëvalueer. (Gemiddelde maandelikse verbruik van ongeveer 33 kl). Die finansiële stelsel spoor foutiewe watermeters (watermeters wat geen waterverbruik registreer) binne 'n periode van 6 maande vanaf faling op m.a.w. TFAIL = 0.5 Jaar.

2. Onderhoudsprogram

Die kostes om te verseker dat 'n herstelde onakkurate watermeter weer binne die toegelate spesifikasies funksioneer is so hoog dat indien die plaaslike owerheid vind dat 'n watermeter onakkuraat is dit direk met 'n nuwe meter vervang word. Die herstelkoste van 'n watermeter is dus dieselfde as die van 'n nuwe watermeter.

3. Onderhoudsdata

Geen syfers rakende die akkuraatheid / ouderdoms verband vir Suid-Afrikaanse toestande kon gevind word nie en die syfers is op die werk van Noss *et al.*(1987) gebaseer.

M = -0.446%

B = 97.0%

4. Kostes

Die volgende watermeter onderhoudskostes is aanvaar:

CRR = R96.00 (Bailey, 2010)

WM_N = R 350.00 (Kent, 2010)

CMT = R140 (Kent, 2010)

met

WM_N = Gemiddelde koste van 'n nuwe watermeter.

CMT = Gemiddelde koste om 'n watermeter te toets.

Die waarde van CTR kan volgens vergelyking 3.1 beskryf word.

$$CTR = P(MT_f) \times WM_N + CMT$$

Vergelyking 3.1

met

P(MT_f) = Die waarskynlikheid dat 'n watermeter buite spesifikasie toets.

In die ondersoek word daar gepoog om die mees ekonomiese onderhoudsprogram daar te stel wat beteken dat CTR nie die waarde van WM_N mag oorskry nie. Indien dit wel die geval is, is dit dus beter om al die watermeters wat verwyder word met nuwe watermeters te vervang. Die koste van die toets van die watermeter word dus gespaar. Dit bring mee dat daar 'n maksimum toelaatbare waarde vir $P(MT_f)$ volgens vergelyking 3.2 bereken kan word.

$$P(MT_f)_{Maks} < (WM_N - CMT) / WM_N \quad \text{Vergelyking 3.2}$$

Dit bring dus mee dat $P(MT_f)_{Maks} < 60\%$. 'n Sensitiwiteitsanalise het getoon dat die invloed van die $P(MT_f)$ waarde op PER klein is en daar word dus aanvaar dat $P(MT_f) = 60\%$ in die ontleding is.

In 'n blok tariefstruktuur word die waarde van die ongemeterde water gereken teen die hoogste tarief van die gemiddelde verbruik. In hierdie geval is die gemiddelde gebruik gelyk aan 33 kl/maand, wat in die tarief blok van 31kl – 40kl val. 'n Waarde vir (CW) van R10.00 per kl word aanvaar. Weens die impak van (CW) op die waarde (PER) moet verskillende waardes van (CW) getoets word.

In Figuur 3.6. verskyn 'n opsomming van die aanvaarde waardes en 'n grafiese voorstelling van die jaarlikse koste met verskillende (PER) waardes. Die Optimum waarde van (PER) gelyk aan 7 jaar bring 'n (TCOST) waarde van R 1 393 905 tot gevolg.

Dit beteken dat watermeters elke 7 jaar vervang moet word. Dit stem ooreen met die vervangingsiklus wat Green (2003:242) voorstel. Dit is belangrik om te toets hoe hierdie waarde van (PER) wissel indien die veranderlikes in die model verander word.

Die spesifieke waarde van (TCOST) is nie belangrik nie, aangesien die doel van die ontleding slegs is om die punt te bepaal waar (TCOST) 'n minimum waarde het.

OPTIMISERING VAN WATERMETER ONDERHOUDSPROGRAM

Stelsel & Onderhouds Data

Aantal Meters in die stelsel : 5 000
 Jaarlikse gemeterde water : 2 000 000
 Tempo van meter Falings (/meter -jaar) 0.013
 Tydperk van faling opspoor & herstel : 0.5 Jaar

Onderhouds data

Akkuraatheid/Ouderdom Helling -0.446%
 Akkuraatheid/Ouderdom - Jaar 0 97.00%
 $P(MT_i) =$ 60.00%

Kostes

Verkoopprys : R 10.00 /m³
 Koste van Nuwe meter R 350.00 /meter
 Verwyderings koste van meter R 96.00 /meter
 Installasie koste van Nuwe meter R 96.00 /meter
 Koste om 'n meter te toets R 140.00 /meter
 Herstel koste van 'n meter R 350.00 /meter

Optimum vervangingstermyn

PER 7

CRR = R 96
 CTR = R 350
 NMET = 5 000
 PER = 7

CRP = R 318,571

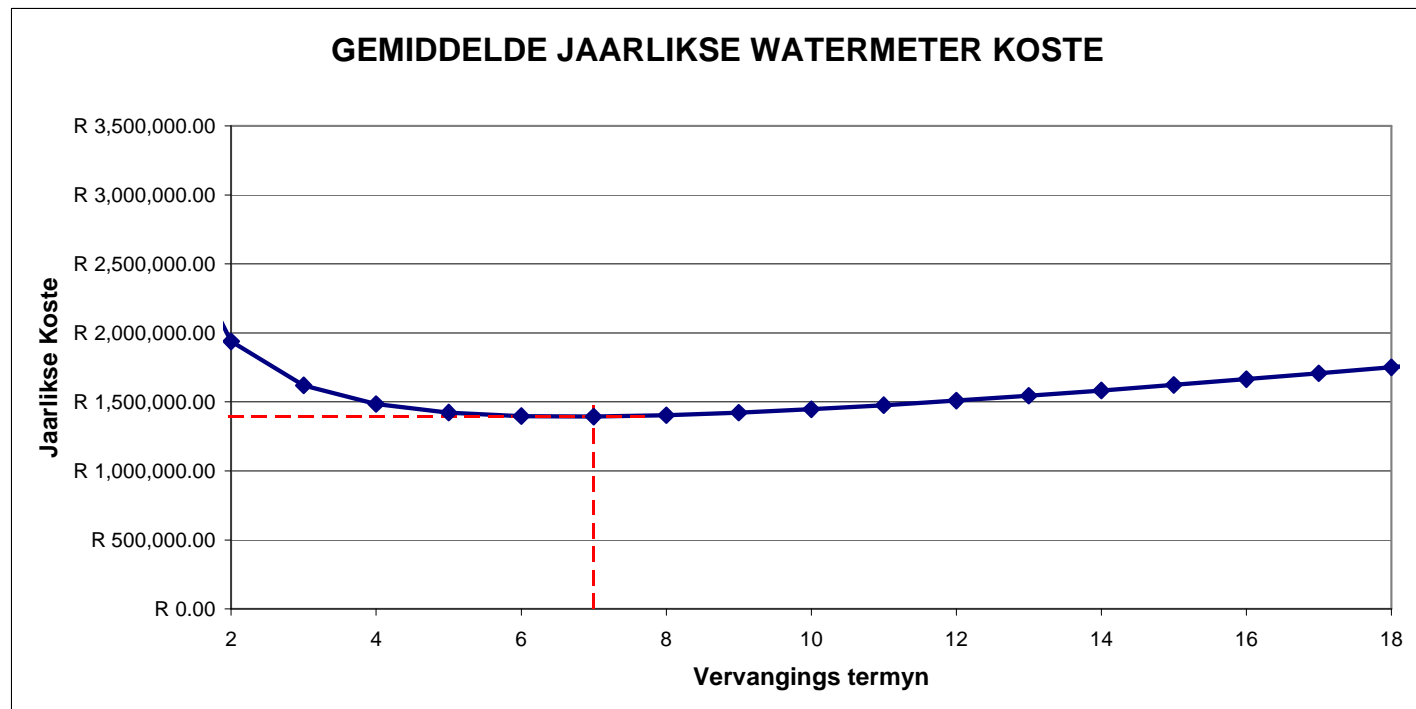
MRATE = 400
 CW = R 10.00
 RFail = 1.30%
 TFAIL = 0.50
 NMET = 5 000
 PER = 7

CWFL = R 125,752

M = -0.446%
 B = 97.00%

CWLI = R 949,581

TCOST = R 1,393,905



Figuur 3.6. Optimisering van watermeter onderhoudsprogram.

3.1.1.2.3. SENSITIWITEITS ONTLEDING

Indien die veranderlikes soos bespreek in paragraaf 3.1.2.2.2. verander word, sal dit noodgedwonge 'n verandering in die waardes van (PER) en (TCOST) tot gevolg hê. Die doel van die ondersoek is om (PER) te bepaal sodat (TCOST) so laag as moontlik is. Die presiese waarde van (TCOST) is dus nie belangrik nie, net die relatiewe waarde van (TCOST). Die wisseling in (PER) is belangrik, want dit bepaal die minimum (TCOST) waarde. Die invloed van die verskillende veranderlikes op (PER) en (TCOST) is getoets. Die grafiese voorstelling van die sensitiwiteits ontleding verskyn in Bylae 3.

1. (TFAIL)

Die waarde van (TFAIL) het tussen 0.1 & 1 gewissel met geen impak op (PER) nie, en 'n geringe verandering in (TCOST) (R 1 298 954 – R 1 504 836).

2. (RFAIL)

Die waarde van (RFAIL) is tussen 0.001 & 0.1 gewissel met geen impak op PER nie, maar wel 'n verandering in (TCOST) (R 1 283 532 – R 2 215 297).

3. (CRR)

Die waarde van (CRR) is tussen R 20 & R 500 gewissel met 'n impak op (PER) (6 –9) asook 'n verandering in (TCOST) (R 1 334 355 – R 1 646 460).

4. (CTR)

Die waarde van (CTR) is tussen R 200 & R 750 gewissel met 'n impak op (PER) (6 - 8) asook 'n verandering in (TCOST) (R 1 322 688 – R 1 553 428).

5. (MRATE)

Die waarde van (MRATE) is tussen 100 (8 kl/maand) en 1 000 (80 kl/maand) gewissel met 'n drastiese impak op (PER) (13 – 4), asook 'n groot verandering in TCOST (R 2 059 673 – R 1 149 905).

6. (CW)

Die waarde van (CW) is tussen R 5 /kl & R 20 /kl gewissel met 'n groot impak op (PER) (9 – 5), asook 'n verwagte verandering in TCOST (R 834 838 – R 2 399 247).

7. (M) en (B)

Die waarde van (M) is tussen -0.1% en -1% gewissel met 'n drastiese impak op (PER) (14 – 4), asook 'n groot verandering in (TCOST) (R 1 050 812 – R 1 725 537) en die waarde van (B) is tussen 100% en 90% gewissel met 'n geringe impak op PER (7 – 6) maar 'n drastiese effek op (TCOST) (R 759 413 – R 3 037 594).

Die veranderlikes wat in die sensitiwiteitsanalise getoets is kan vir enige bepaalde geval in twee kategorieë verdeel word. Daar is die veranderlikes wat akkuraat bereken kan word en dan is daar die veranderlikes wat nie akkuraatheid bereken kan word nie en waaraan daar altyd 'n mate van onsekerheid gekoppel word. Die impak van hierdie veranderlikes op die resultaat kan weer tussen 'n geringe impak en 'n drastiese impak verdeel word. 'n Opsomming van al die veranderlikes wat 'n rol in die bepaling van (PER) speel verskyn in Figuur 3.7.

| | | AKKURAATHEID VAN PARAMETER | |
|--------------|----------|----------------------------|-----------------|
| | | Akkuraat | Vaag |
| IMPAK OP PER | Gering | CRR, CTR | TFAIL, RFAIL, B |
| | Drasties | MRATE, CW | M |

Figuur 3.7. Impak van verskillende veranderlikes op (PER).

Alhoewel die belangrikheid van die variasie in (MRATE) & (CW) nie geïgnoreer moet word nie, is die bepaling van (M) die grootste probleem wat in die bepaling van 'n optimum metervervangingsprogram aangespreek moet word. Die tipe watermeters en toestande waaronder dit funksioneer verskil van dorp tot dorp. Dit is dus noodsaaklik dat meer moeite gedoen word om 'n meer akkurate waarde van (M) vir 'n bepaalde geval te bepaal wanneer 'n optimum metervervangingsprogram opgestel word.

3.1.1.3. DRUKBEHEER

Soos bespreek in 2.5.2.2. is dit die doel van drukbeheer om die tempo waarteen lekkasies plaasvind te verlaag deur die druk in 'n hoë druk sone te verlaag. Dit kan d.m.v. vaste uitlaatbeheer, tyd geregleerde drukbeheer of vloei geregleerde drukbeheer geskied.

In die ekonomiese evaluering van drukbeheer word die kostes van drukbeheer teen die besparings wat verkry word weens 'n verlaging in die ware verliese opgeweeg. Indien dit as 'n alternatiewe opsie beskou word, kan 'n URV bereken word. Indien die ekonomiese haalbaarheid van drukbeheer egter bereken word, kan 'n finansiële waarde gekoppel word aan die besparing in die ware verliese wat weens die implementering van drukbeheer behaal word.

3.1.1.3.1. WATER BESPARING WEENS DRUKBEHEER

Die hoeveelheid water wat weens lekkasies verlore gaan asook die moontlike besparing wat d.m.v. drukbeheer verkry kan word, kan bereken word deur die toepassing van vergelyking 2.13, soos in paragraaf 2.5.2.2 bespreek.

$$L_1/L_0 = (P_1/P_0)^{N_1}$$

Vergelyking 2.13

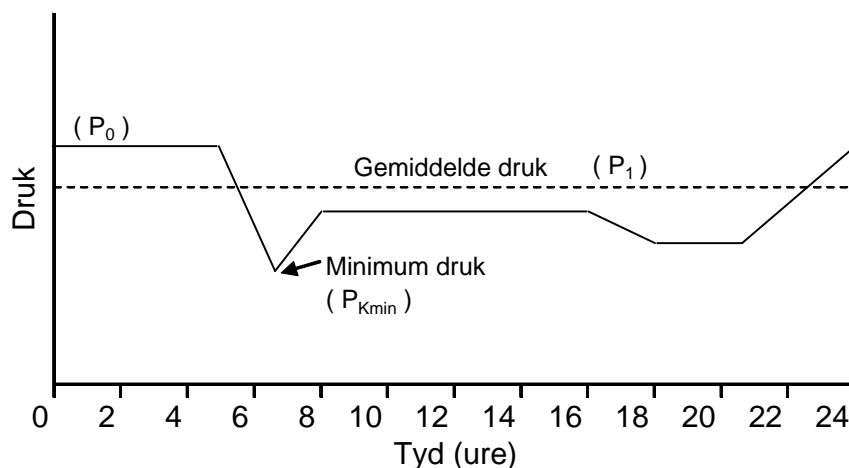
met

L_1 en L_0 : Die lekkasie tempo by toestand 1 en 0.

P_1 en P_0 : Die Druk in die netwerk by toestand 1 en 0.

N_1 : Die eksponensiële faktor wat die verband beskryf.

Om 'n drukbeheerprojek te implementeer is dit noodsaaklik om die netwerk te ontleed en die implementering van drukbeheer te optimiseer deur 'n program soos PRESMAC (McKenzie, 2001) te gebruik. Dit is egter moontlik om die verwagte impak op die waterverliese te bereken deur van 'n vereenvoudiging van die drukverskille in die netwerk en die wisseling van die drukke oor tyd gebruik te maak. In Figuur 3.8. word die tipiese druk variasie oor 'n 24 uur periode in 'n residensiële gebied voorgestel.



Figuur 3.8. Druk variasie oor 24 uur periode by die kritiese punt.

Indien die waarde van N_1 as 1 aanvaar word, soos deur McKenzie et al. (2003:34) voorgestel word, dan is die verband tussen die druk en die lekkasie tempo lineier volgens vergelyking 2.13. Die variasie in druk oor tyd speel dus nie 'n rol nie en die gemiddelde druk oor 'n 24 uur periode in die netwerk kan voor en na implementering van drukbeheer dus gebruik word om die besparing in die waterverliese te bereken. Dit is wel nodig dat die minimum druk by die kritiese punt in die netwerk, asook die minimum toelaatbare druk van

die netwerk bekend is. Die verskil tussen hierdie twee waardes is 'n aanduiding van die moontlike drukverlaging wat in 'n vaste uitlaatbeheer stelsel toegepas kan word. Die gebruik van 'n vaste uitlaatbeheer stelsel is 'n konserwatiewe benadering tot die volume water wat deur die implementering van drukbeheer bespaar kan word.

Vir die berekening van die moontlike besparing wat verkry kan word is dit nodig om te weet wat die bestaande verliese in die netwerk is. Die bestaande verliese kan op verskillende maniere verkry word.

1. Die verliese kan geskat word deur geskikte aannames te maak van die persentasie bydraes wat die verskillende komponente van nie-inkomste genererende water tot die totaal van nie-inkomste genererende water uitmaak.
2. Die verliese kan bereken word deur van gemete minimum nagvloei by die inlaat van die netwerk gebruik te maak. Die gemiddelde maksimum druk van die netwerk tydens die metings van die minimum nagvloei word ook benodig. Vergelyking 2.13 kan gebruik word om gemiddelde lekkasie tempo (L_1) te bepaal met
 L_0 = Minimum Nagvloei.
 P_0 = Gemiddelde maksimum druk in die netwerk.
 P_1 = Gemiddelde druk in die netwerk.
 $N_1 = 1$.
3. Die waarde van die ware verliese is reeds bekend uit vorige ondersoeke of verslae en 'n waterbalans is klaar opgestel.

Die moontlike waterbesparings wat verkry kan word deur die toepassing van drukbeheer kan beraam word deur te aanvaar dat vergelyking 3.3 en vergelyking 3.4 (volgens vergelyking 2.13) geld.

$$L_B = L_1 - L_2 \quad \text{Vergelyking 3.3}$$

$$L_2/L_1 = (P_{KminT}/P_{Kmin}) \quad \text{Vergelyking 3.4}$$

met

L_B = Water besparingstempo wat verkry kan word uit drukbeheer.

L_1 = Gemiddelde lekkasie tempo voor die implementering van drukbeheer.

L_2 = Gemiddelde lekkasie tempo na die implementering van drukbeheer.

P_{Kmin} = Die minimum druk by die kritiese punt in die netwerk.

P_{KminT} = Die toelaatbate minimum druk by die kritiese punt in die netwerk.

Die waarde van (L_B) kan dus bereken word uit vergelyking 3.5 wat afgelei is deur vergelyking 3.4 in vergelyking 3.3 te stel.

$$L_B = (1 - P_{KminT}/P_{Kmin}) \times L_1$$

Vergelyking 3.5

3.1.1.3.2. KOSTE VAN DRUKBEHEER

Die kostes van drukbeheer bestaan uit die kapitale kostes vir die installasie van die drukbeheerstelsel tesame met die verandering in infrastruktuur om die implementering en monitering moontlik te maak, asook 'n jaarlikse bedryfskoste vir instandhouding. Die kompleksiteit van netwerke verskil wat beteken dat die verandering wat aan die infrastruktuur aangebring moet word van netwerk tot netwerk verskil. Dit is dus nodig dat daar 'n kosteberaming vir elke projek gemaak moet word. Indien die jaarlikse onderhoudskostes nie bekend is nie, kan dit as 'n persentasie van die kapitale kostes beskou word soos die norm by alle ander tipe kapitaalprojekte. Tipiese waardes hiervoor is 0.25% vir siviele werk en 4% vir elektriese en meganiese installasies.

Die ware finansiële waarde wat gekoppel word aan die besparings wat uit drukbeheer verkry word kan wissel afhangend van die benadering wat gevolg word om dit te bepaal. Dit is veral van toepassing indien kosteverhaling van waterverbruik d.m.v. 'n blok tariefstruktuur plaasvind en hierdie blok tariefstruktuur nie noodwendig aan 'n bepaalde koste verhalings model gekoppel is nie.

Twee moontlike benaderings kan gevolg word om die eenheidswaarde van die water te bepaal. Dit kan eerstes teen die marginale eenheidskoste aangeslaan word, m.a.w. die koste om 'n addisionele m^3 water aan die stelsel te voorsien. Tweedens kan dit teen die gemiddelde eenheidskoste van die water aangeslaan word, m.a.w. die totale koste om die water aan die stelsel gedeel deur die totale water te voorsien. In die modeleering van drukbeheer word die tweede opsie gevolg. Eerstens is die syfers van die koste van die watervoorsiening aan die stelsel en die volume voorsien aan die stelsel bekend. Dit bring verder ook mee dat die eenheidswaarde wat aan water geheg word wat aan die eindverbruiker voorsien word gelykstaande is aan die eenheidswaarde van die water wat weens verliese verlore gaan.

3.1.1.3.3. EKONOMIESE EVALUERINGS OPSIES VIR DRUKBEHEER

Die model bereken drie verskillende ekonomiese waardes om dit moontlik te maak om drukbeheer op al die verskillende metodes te evalueer soos in paragraaf 2.3 bespreek is. In al die gevalle word aanvaar dat die besparing verkry deur die implementering van drukbeheer asook die jaarlikse onderhoudskostes konstant oor die evalueringstermyn bly.

Die terugbetalingstermyn bereken die tyd wat dit sal neem om die kapitale spandering teen die gegewe verdiskonteringskoers terug te betaal met die waterbesparings wat verkry word. Die waarde van die waterbesparing is gelykstaande aan die eenheidskoste van die water vermenigvuldig met die jaarlikse waterbesparings.

Die Huidige Netto Waarde word oor die gekose evalueringstermyn en verdiskonteringskoers bereken. Die berekening neem die koste van die besparing, die jaarlikse onderhoudskostes en die kapitale koste van die projek in ag.

Die URV word bereken deur al die verdiskonteerde kostes verbonde aan drukbeheer deur die verdiskonteerde volume jaarlikse waterbesparings te deel.

In Figuur 3.9. verskyn 'n voorbeeld van so 'n drukbeheer evalueringsmodel. Die netwerk voorsien jaarliks 250 000 m³ aan die eindverbruikers. Met die gegewe netwerk inligting en 'n aanname van 25% ware verliese, beteken dit dat 'n moontlike 34 722 m³ water per jaar bespaar kan word. Indien dit R520 000 kos om drukbeheer te implementeer en 'n verdere R 16 300 om dit jaarliks te onderhou, is die terugbetalingstermyn van die projek gelyk aan 5.2 jaar. Die Huidige netto waarde oor 'n 10 jaar termyn is gelyk aan R 592 180 en die URV is gelyk aan 2.55.

| VOORBEELD | | |
|---|------------------------|------------------------|
| EFFEKTIEWE DRUKBEHEER | | |
| STELSEL INLIGTING : | | |
| Jaarlikse water verbruik : | | 250 000 m ³ |
| Gemiddelde druk in die netwerk (P ₁) : | | 75.0 m |
| Gemiddelde netwerk druk tydens lae verbruikstye (P ₀) : | | 95.0 m |
| Minimum druk by die kritiese punt (P _{KMin}) : | | 45.0 m |
| Minimum toelaatbare druk by die kritiese punt (P _{KMinT}) : | | 20.0 m |
| WATERVERLIESE | | |
| Metode 1: Ware verliese as persentasie van water verbruik : | 25% | 7.13 m ³ /h |
| Metode 2: Minimum nagvloei wat die netwerk binne gaan. | | 6.3 m ³ /h |
| Verwagte gemiddelde ware verliese in die netwerk. | | 4.97 m ³ /h |
| Metode 3: Ware Verliese volgens die Waterbalans. | | m ³ /h |
| Gebruik Metode 1: L _B - Moontlike waterbesparingstempo : | | 3.96 m ³ /h |
| Jaarlikse waterbesparing : | | 34 722 m ³ |
| KOSTES | | |
| Projek koste : (Kapitaal) | | R 520,000 |
| Jaarlikse onderhoudskoste vir drukbeheer: | | R 16,300 |
| Bedryf | R 15,000 | |
| Instandhouding | R 1,300 | |
| Huidige eenheidskoste van die water | R 5.20 /m ³ | |
| Verdiskonteringskoers | 6.5% | |
| Termyn | 10 | |
| EKONOMIESE EVALUERING | | |
| Jaarlikse onderhoudskoste : | R 16,300 | |
| Waarde van die jaarlikse waterbesparings | R 180,556 | |
| Terugbetalingstermyn : | 5.2 jaar | |
| Huidige netto waarde : | R 660,805 | |
| URV : | 2.55 | |

Figuur 3.9. Ekonomiese evaluering van drukbeheer – voorbeeld.

3.1.1.4. LEKKASIE OPSPORING EN BEHEER

Soos in afdeling 2.5.2.3. bespreek het lekkasie opsporing en beheer ten doel om die waterverliese deur die toepassing van aktiewe lekkasie opsporing te verminder i.p.v. tradisionele reaktiewe herstel.

In die ekonomiese evaluering van lekkasie opsporing word die kostes verbonde aan die identifisering en herstel van lekkasies opgeweeg teenoor die waarde van die verwagte besparings in die waterverliese wat uit die herstel van die geïdentifiseerde lekkasies verkry kan word. Indien dit as 'n alternatiewe opsie beskou word, word 'n URV bereken.

3.1.1.4.1. WATER BESPARING WEENS LEKKASIE OPSPORING

In die bepaling van die hoeveelheid water wat bespaar kan word deur lekke te herstel wat weens lekkasie opsporing geïdentifiseer is, word aanvaar dat geen ander aspek van die stelsel, behalwe die herstel van die lekkasies aangepas word nie. Nadat 'n projek van opsporing en herstel geïmplementeer is, sal daar altyd nog kleiner lekkasies in die stelsel oorbly weens die variasie in lekkasie tempo's en die moeilikheidsgraad van die opsporing van die kleiner lekkasies. Dit is dus nie moontlik om alle lekkasies te herstel nie en daar bly dus altyd 'n minimum hoeveelheid verliese weens lekkasie in die stelsel agter. McKenzie *et al.* (2003:182) kwantifiseer hierdie minimum volume deur die berekening van 'n UARL waarde vir 'n netwerk wat volgens vergelyking 3.6 bereken kan word.

$$UARL = (18 \times L_m + 0.80 \times N_c + 25 \times L_p) \times P \quad \text{Vergelyking 3.6.}$$

met

| | |
|---------|---|
| UARL = | Onafwendbare jaarlikse ware verliese (liter/dag). |
| L_m = | Totale Lengte van die pyplyn netwerk in die stelsel (km). |
| N_c = | Aantal verbruiker aansluitings. |
| L_p = | Die gemiddelde lengte van die verbindingspyp tussen die netwerk en die meter van die endverbruiker. |
| P = | Gemiddelde druk in die stelsel. |

Die maksimum moontlike besparing in verliese wat deur die herstel van lekkasie verkry kan word is dus die verskil tussen die bestaande netwerkverliese en die UARL waarde. Die bestaande verliese kan op dieselfde 3 moontlike metodes bereken word wat in 3.1.2.3.1. bespreek is en uitgedruk word in terme van 'n CARL (McKenzie *et al.*, 2003:168) waarde, soos in 2.6.3 bespreek is. Daar moet egter daarop gelet word dat die metode van minimum

nagvloei ook die verliese van die eindverbruiker insluit en dus nie deur die herstel van netwerklekkasies opgespoor kan word nie. Die gebruik van die waterbalans lewer 'n meer akkurate waarde vir die netwerkverliese.

Met die CARL en UARL bekend kan die Infrastruktuur lekkasie indeks volgens vergelyking 3.7 bereken (McKenzie *et al.*, 2003:169).

$$ILI = \frac{CARL}{UARL} \quad \text{Vergelyking 3.7.}$$

met

ILI = Infrastruktuur lekkasie indeks.

CARL = Huidige jaarlikse ware verliese (liter/dag).

UARL = Onafwendbare jaarlikse ware verliese (liter/dag).

Die ILI kan nou gebruik word om die verwagte water besparing uit lekkasie opsporing te bepaal deur van 'n verwagte ILI waarde vir die stelsel gebruik te maak. Die keuse van 'n ideale ILI waarde kan bepaal word deur van 'n model soos BENCHLEAK gebruik te maak. Vir die gevalle waar die bestaande inligting onvolledig is, kan riglynwaardes vir ILI gebruik word. Seago & McKenzie (2007:18-20) stel voor dat die tabel met riglyn waardes, soos opgestel deur Liemberger (2005) gebruik word. Hierdie tabel verskyn in Figuur 3.10. met tegniese prestasie kategorieë :

A : Uitstekend.

B : Goed (Geen aksie benodig slegs monitering).

C : Swak (Benodig aksie).

D : Baie Swak (Benodig dringende aksie).

| Tegniese prestasie kategorieë | | ILI | Liters / aansluiting / dag teen 'n gemiddelde druk : | | | | |
|-------------------------------|---|--------|---|-----------|-----------|-----------|-------------|
| | | | 10 m | 20 m | 30 m | 40 m | 50 m |
| Ontwikkelde lande | A | 1 - 2 | | < 50 | < 75 | < 100 | < 125 |
| | B | 2 - 4 | | 50 - 100 | 75 - 150 | 100 - 200 | 125 - 250 |
| | C | 4 - 8 | | 100 - 200 | 150 - 300 | 200 - 400 | 250 - 500 |
| | D | > 8 | | > 200 | > 300 | > 400 | > 500 |
| Ontwikkelende lande | A | 1 - 4 | < 50 | < 100 | < 150 | < 200 | < 250 |
| | B | 4 - 8 | 50 - 100 | 100 - 200 | 150 - 300 | 200 - 400 | 250 - 500 |
| | C | 8 - 16 | 100 - 200 | 200 - 400 | 300 - 600 | 400 - 800 | 500 - 1 000 |
| | D | > 16 | > 200 | > 400 | > 600 | > 800 | > 1 000 |

Figuur 3.10. Voorgestelde prestasieriglyne (Liemberger: 2005).

'n ILI waarde van 4 is in die berekeninge gebruik as 'n waarde wat met die implementering van lekkasie beheer en opsporing bereik kan word. Die waarde lê tussen kategorie A en kategorie B en sal dus 'n konserwatiewe waarde vir moontlike besparings lewer.

Die verwagte besparing uit lekkasie opsporing kan nou bereken word:

$$L_B = (ILI_H - ILI_V) \times UARL \quad \text{Vergelyking 3.8.}$$

met

L_B = Verwagte Besparing (l/d).

ILI_H = Huidige ILI waarde voor die implementering van lekkasie opsporing.

ILI_V = Verwagte ILI waarde na die implementering van lekkasie opsporing.

3.1.1.4.2. KOSTE VAN LEKKASIE OPSPORING

Lekkasie opsporing kan as 'n eenmalige projek of as deel van 'n aktiewe lekkasie opsporingsprogram geïmplementeer word. Indien dit as 'n eenmalige projek geïmplementeer word, bestaan die koste van lekkasie opsporing slegs uit 'n kapitale projekskoste. Die implementering van 'n eenmalige projek beteken dat die jaarlikse water besparing wat weens die projek verkry word met tyd sal afneem. In die modelleering van lekkasie opsporing word aanvaar dat hierdie afname reglynig is. Indien die projek saam met 'n aktiewe lekkasie opsporingsprogram geïmplementeer word, is daar wel 'n addisionele jaarlikse bedryfskoste. Die aktiewe lekkasie opsporingsprogram veroorsaak egter dat die agteruitgang van die besparing in waterverliese teengewerk word en die jaarlikse waterbesparing konstant bly.

Net soos met drukbeheer, soos in paragraaf 3.1.2.3.2. bespreek word die eenheidskoste van die water wat bespaar word, volgens die gemiddelde eenheidskoste van die water bereken.

3.1.1.4.3. EKONOMIESE EVALUERINGS OPSIES VIR LEKKASIE OPSPORING

Soos in die geval van drukbeheer, bereken die model drie verskillende ekonomiese waardes vir die evaluering van lekkasie opsporing. Indien 'n aktiewe lekkasie opsporingsprogram geïmplementeer word, bly die jaarlikse waterbesparings konstant. Die jaarlikse besparings neem reglynig af indien geen program voorkom nie.

Die terugbetalingstermyn bereken die tyd wat dit sal neem om die kapitale spandering teen die gegewe verdiskonteringskoers terug te betaal met die waterbesparings wat verkry word.

Die waarde van die waterbesparing is gelykstaande aan die eenheidskoste van die water vermenigvuldig met die jaarlikse waterbesparings.

Die Huidige Netto Waarde word oor die gekose evalueringstermyn en met bepaalde verdiskonteringskoers bereken. Die berekening neem die koste van die besparing, die jaarlikse onderhoudskostes en die kapitale koste van die projek in ag.

Die URV word bereken deur al die verdiskonteerde kostes verbonde aan lekkasie opsporing deur die verdiskonteerde volume jaarlikse waterbesparings te deel.

3.1.2. KOSTE VAN INFRASTRUKTUUR

Vir die vergelyking van WAB/WB as 'n alternatief tot die opgradering van infrastruktuur is dit nodig om 'n kosteberaming te doen van die infrastruktuur kostes van 'n stelsel wat dieselfde hoeveelheid water as die besparing van die bepaalde WAB/WB alternatief sou lewer. Die bestaande netwerk wat aan elke projek gekoppel word is onbekend en daar kan dus slegs 'n beraming aangaande algemene riglyne gemaak word.

Die ondersoek geloods deur Childs (2005) rakende munisipale infrastruktuur bestuur gee gemiddelde kostes van infrastruktuur in Suid Afrika, wat aan die benodigde vloei vir bepaalde infrastruktuur komponente gekoppel kan word. Hierdie standaard eenheidswaardes bied 'n oplossing om die kostes van alternatiewe infrastruktuur in terme van die volumetriese besparing uit te druk. Hierdie kostes is verder ook algemeen genoeg om die berekenings eenvoudig te hou en die aannames wat gemaak moet word tot die minimum te beperk. Dit kan verder ook in komponente van die watervoorsieningstelsel soos koste vir addisionele hulpbron ontwikkeling, opgradering van suiweringskapasiteit en die uitbreiding van die verspreidingsnetwerk en opgaar reservoirs verdeel word.

Die eenheidskostes, met basis jaar Julie 2004, verskyn in Bylae 4. 'n Voorbeeld van die praktiese berekening van infrastruktuur kostes verskyn in Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Berekening van infrastruktuur kostes – voorbeeld.

| INFRASTRUKTUUR KOSTES | | | | | | |
|---|------------|---|--|--|----------------------------------|---|
| KATEGORIE | BESKRYWING | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 1 Boorgat | | 40kW - 85kW | R 3,400 | kW | 50 | R 170,000 |
| 2 Damme | | Gronddam: Damwal : 50 000m3 - 1 000 000m3 | R 160 | m3 | 100 000 | R 16,000,000 |
| 3 Grootmaat pyplydings | | Staal 12bar - 300mm diameter - | R 1,228 | m | 3 500 | R 4,298,000 |
| 4 Suiweringswerke Siviele werke Meganië Elektries | | 10MI/d - 50MI/d | R 900,000 R 540,000 R 360,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 20 | R 36,000,000 |
| 5 Grootmaat pyplydings | | Staal 12bar - 200mm diameter - - | R 778 | m | 7 500 | R 5,835,000 |
| 6 Verspreidingsnetwerk | | Upvc 12bar - 110mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter Upvc 12bar - 250mm diameter - - | R 280 R 340 R 525 | m m m | 10 500 7 000 2 500 | R 2,940,000 R 2,380,000 R 1,312,500 |
| 7 Reservoirs | | 1MI - 5MI - | R 800 | kl | 2 000 | R 1,600,000 |
| 8 Druktoring | | - - | | | | |
| 9 Pompstasies PS1 Siviele werke Meganië Elektries PS2 Siviele werke Meganië Elektries PS3 Siviele werke Meganië Elektries | | 26 - 50 kW 11 - 25 kW - | R 4,707 R 8,943 R 5,883 R 7,501 R 14,253 R 9,377 | kW kW kW kW kW kW | 47 12 | R 918,051 R 373,572 |
| 7 Rioolnetwerk | | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 110mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter Staal 12bar - 400mm diameter - - - | R 204 R 280 R 340 R 1,599 | m m m m | 9 500 7 000 2 000 8 000 | R 1,938,000 R 1,960,000 R 680,000 R 12,792,000 |
| 8 Riool Pompstasies PS1 Siviele werke Meganië Elektries PS2 Siviele werke Meganië Elektries PS3 Siviele werke Meganië Elektries | | 11 - 25 kW 11 - 25 kW 11 - 25 kW | R 9,457 R 15,410 R 9,377 R 9,457 R 15,410 R 9,377 R 9,457 R 15,410 R 9,377 | kW kW kW kW kW kW kW kW kW | 11 11 16 | R 376,684 R 376,684 R 547,904 |
| 9 Rioolwerke Siviele werke Meganië Elektries | | 10MI/d - 50MI/d | R 1,750,000 R 1,050,000 R 700,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 18 | R 63,000,000 |
| TOTAAL | | (Julie 2004) | R 153,498,395 | | | |
| TOTAAL | | (Julie 2009) | R 214,451,753 | | | |

3.1.3. EKONOMIESE ONTLEDINGS MODELLE

3.1.3.1. UITSTEL VAN KAPITALE SPANDERING

Indien die wateraanvraag die kapasiteit van 'n watervoorsieningstelsel oorskry, is dit nodig dat die infrastruktuur verbeter word om by hierdie behoefte aan te pas. Kapitale investering word dus vir die opgradering van die infrastruktuur benodig. As alternatief is dit egter moontlik om WAB/WB alternatiewe te implementeer en sodoende die aanvraag te verlaag om die opgradering van die infrastruktuur te vermy of uit te stel. Hierdie is nie 'n permanente oplossing nie, aangesien die natuurlike groei in waterverbruik die aanvraag na water sal laat styg totdat dit weereens die kapasiteit van die stelsel bereik en opgraderings weer benodig word. Die volgende fase van opgradering van die stelsel word dus deur die implementering van WAB/WB alternatiewe uitgestel. Die uitstel van die opgradering van die infrastruktuur hou dus 'n ekonomiese voordeel vir die waterdienste verskaffer in en die moontlikheid moet ondersoek word of hierdie voordeel die implementering van WAB/WB alternatiewe kan regverdig. Die volgende analise poog om hierdie verwantskap tussen die koste van WAB/WB alternatiewe en die uitstel van kapitale spandering te kwantifiseer.

Die ekonomiese voordeel d.m.v. die uitstel van kapitale spandering word deur drie faktore bepaal:

1. Koopkrag van geld (Inflasie).

Soos tyd verloop neem die koopkrag van geld af a.g.v. prys stygings weens inflasie. Die koste verbonde aan 'n projek neem dus toe met verloop van tyd. Daar is dus 'n negatiewe ekonomiese impak wanneer kapitale spandering weens inflasie uitgestel word.

2. Verdien vermoë van geld.

Indien die diensteverskaffer wel oor die kapitaal vir die projek beskik, is dit moontlik om rente te verdien op die bestaande kapitaal indien spandering uitgestel word. Die uitstelling van kapitale spandering het dus 'n positiewe impak. Indien die rentekoers dus hoër as die inflasiekoers is, is dit moontlik om 'n ekonomiese besparing weens die uitstel van kapitale spandering te bewerkstellig.

3. Tydperk van uitstelling.

Hoe langer die projek uitgestel kan word, hoe groter is die besparing. Die tydperk van uitstelling is 'n funksie van die besparing in waterverbruik wat behaal word deur die WAB/WB alternatiewe te implementeer en die tempo waarteen die huidige wateraanvraag groei.

Die verskillende faktore wat 'n rol in die vergelyking tussen WAB/WB alternatiewe en die uitstel van kapitale spandering speel kan baie wissel vir verskillende moontlikhede. Om besluitneming te vergemaklik, is daar 'n model opgestel in hierdie studie om die impak van die verskillende faktore te vergelyk en dit moontlik te maak om op 'n eenvoudige manier 'n bepaalde geval te ondersoek. Die resultaat van die Model word in Figuur 3.11. aangetoon. Figuur 3.11. gee 'n aanduiding van hoeveel op 'n WAB/WB opsie weens die ekonomiese voordeel a.g.v. die uitstel van kapitale spandering spandeer kan word. In die model is die volgende aannames rakende die verskillende faktore gemaak:

1. Kapitale spandering en WAB/WB kostes.

Die aanname word gemaak dat die kosteberaming van die volgende infrastruktuur opgradering wel bekend is (K_0). Om die model dimensieloos te hou, bereken die model die gelykbreekpunt tussen die koste van die WAB/WB alternatief en K_0 as 'n persentasie van K_0 (k_3). Indien die koste van WAB/WB alternatief laer as $k_3 \times K_0$ is, is dit dus moontlik om die WAB/WB alternatief te implementeer slegs a.g.v. die ekonomiese besparings weens die uitstel van die kapitale spandering.

2. Groei in wateraanvraag (k_1).

Daar word aanvaar dat die toename in waterverbruik teen 'n konstante groeitempo plaasvind. Hierdie groeitempo verteenwoordig die groeitempo na die implementering van die WAB/WB alternatief en word gebruik om die tydperk te bereken wat dit sal neem vir die waterverbruik om dieselfde vlak as voor die implementering van die WAB/WB alternatief te bereik.

3. WAB/WB besparings.

Die besparing in die wateraanvraag weens die implementering van 'n WAB/WB realiseer direk na afloop van implementering en is bekend. Die besparing word as 'n persentasie (k_2) van die huidige waterverbruik uitgedruk.

4. Uitstellingsperiode (n).

Die uitstellingsperiode verteenwoordig die tyd wat dit neem vir die wateraanvraag om na dieselfde waarde as voor die implementering van die WAB/WB alternatief te groei.

5. Effektiewe diskonteringskoers (i').

Hierdie koers kombineer die impak van die inflasiekoers (f) en die rentekoers (i). Daar word aanvaar dat die rentekoers groter as die inflasiekoers is. Indien dit nie die geval is nie, is daar geen ekonomiese voordeel om kapitale spandering uit te stel nie. Thuesen (1993:142) beskryf die verwantskap volgens vergelyking 3.9.

$$i' = \frac{1+i}{1+f} - 1$$

Vergelyking 3.9.

Die vergelyking kan ook vereenvoudig word tot vergelyking 3.10.

$$i' = i - f - i' f \quad \text{Vergelyking 3.10.}$$

Indien die waardes van i' en f laag is, kan aanvaar word dat die term $i' f \approx 0$ m.a.w.

$$i' = i - f \quad \text{Vergelyking 3.11.}$$

Indien beraamde waardes vir i en f gebruik word, is vergelyking 3.11. dus voldoende vir die berekening van i' . Vir groter en meer akkurate waardes van i en f moet vergelyking 3.10. eerder gebruik word. In Tabel 3.7. verskyn die waardes vir die $i' f$ term vir verskillende waardes van i en f .

Tabel 3.7. Waarde van ($i' f$) vir verskillende waardes van (i) en (f).

| Waarde van die term $-i' f$ | | | | |
|-----------------------------|-----------------|---------|---------|---------|
| Inflasie koers f | Rente koers i | | | |
| | 5.0% | 10.0% | 15.0% | 20.0% |
| 2.0% | -0.059% | -0.157% | -0.255% | -0.353% |
| 4.0% | -0.038% | -0.231% | -0.423% | -0.615% |
| 6.0% | | -0.226% | -0.509% | -0.792% |
| 8.0% | | -0.148% | -0.519% | -0.889% |
| 10.0% | | | -0.455% | -0.909% |
| 12.0% | | | -0.321% | -0.857% |

Uit die bogenoemde faktore is die volgende lys veranderlikes opgestel om in die model te gebruik:

W_0 = Huidige waterbehoefte.

W_1 = Waterbehoefte na WAB/WB besparings.

k_1 = % WAB/WB besparing.

k_2 = % groeikoers in wateraanvraag.

k_3 = % van die kapitale koste van die opgradering beskikbaar vir die implementering van WAB/WB alternatief.

n = Uitstellingsperiode.

K_0 = Huidige kapitale koste van die opgradering.

K_w = Koste van die WAB/WB opsie.

E_n = Ekonomiese voordeel weens die uitstel van kapitale spandering met n jaar.

i' = Effektiewe diskonteringskoers.

As eerste stap in die model word die tydperk bereken waarmee die implementering van die WAB/WB alternatief die noodsaaklikheid vir die kapitale opgradering gaan uitstel. Daar word aanvaar dat hierdie tydperk gelykstaande is aan die tyd wat dit sal neem vir die waterbehoefte om vanaf die waterhoeft na die implementering van die WAB/WB alternatief te groei totdat dit weer dieselfde vlak bereik as voordat die WAB/WB alternatief geïmplementeer is. Hierdie aanname word in vergelyking 3.12 beskryf. Verder word daar ook aanvaar dat die besparing wat die WAB/WB alternatief veroorsaak onmiddellik plaasvind en die nuwe waterbehoefte kan dus volgens vergelyking 3.13 bereken word.

$$W_0 = W_1 * (1 + k_2)^n \quad \text{Vergelyking 3.12.}$$

$$W_1 = (1 - k_1) * W_0 \quad \text{Vergelyking 3.13.}$$

Deur vergelyking 3.12. en vergelyking 3.13. te gebruik, kan 'n verwantskap tussen (k_1) , (k_2) en (n) bepaal word. Die uitstellingsperiode (n) vir 'n spesifieke waarde van (k_1) en (k_2) kan volgens vergelyking 3.14 bereken word.

$$n = - \frac{\log(1 - k_1)}{\log(1 + k_2)} \quad \text{Vergelyking 3.14.}$$

Die tweede stap in die model is om die ekonomiese voordeel weens die uitstel van kapitale spandering te bereken. Die aanname word gemaak dat die ekonomiese voordeel die verskil tussen die huidige koste van die kapitale projek en die toekomstige koste van die kapitale projek is. Met (n) bereken volgens vergelyking 3.14. kan (E_n) bereken word deur vergelyking 3.15. te gebruik.

$$E_n = K_0 - \frac{K_0}{(1 + i')^n} \quad \text{Vergelyking 3.15.}$$

Die laaste stap in die model is om te bepaal of die koste verbonde aan 'n WAB/WB alternatief gefinansier kan word uit die ekonomiese voordeel (E_n) . gefinansier kan word.

$$K_w \leq E_n \quad \text{Vergelyking 3.16.}$$

Deur vergelyking 3.15. en 3.16. te kombineer kan vergelyking 3.17. verkry word.

$$K_w \leq K_0 - \frac{K_0}{(1+i')^n} \quad \text{Vergelyking 3.17.}$$

Die verhouding tussen die K_0 en K_w by die gelykbreekpunt kan dus volgens vergelyking 3.18 bepaal word.

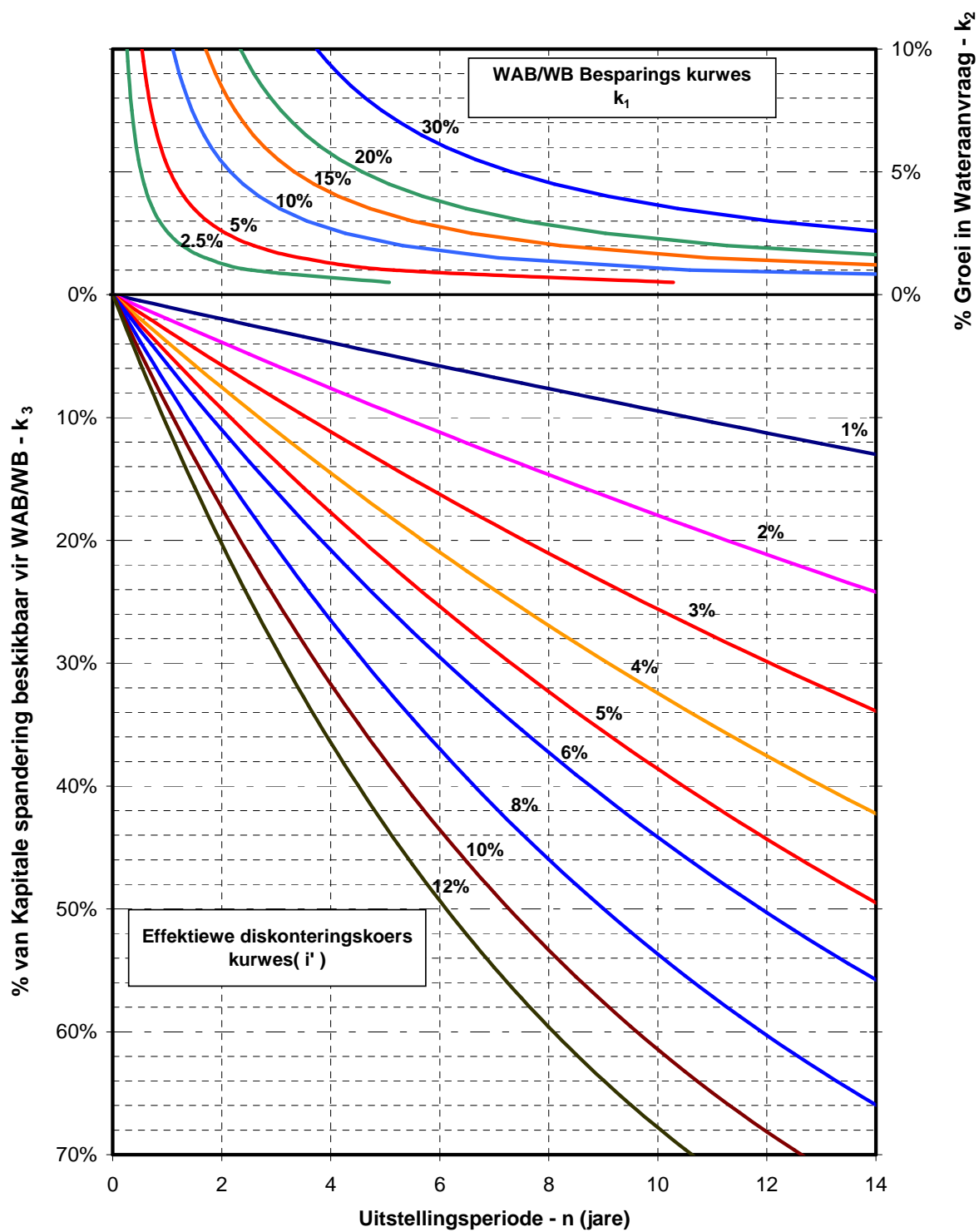
$$\frac{K_w}{K_0} = k_3 = \frac{(1+i')^n - 1}{(1+i')^n} \quad \text{Vergelyking 3.18.}$$

Hierdie verhouding (k_3) tussen die K_0 en K_w by die gelykbreekpunt is dus 'n dimensielose verhouding wat slegs afhanklik is van (i') en (n) is. Die waarde van (n) is volgens vergelyking 3.14. bereken en die waarde van (i') kan bereken word deur vergelyking 3.10. te gebruik.

Die ekonomiese haalbaarheid van die uitstel van kapitale spandering kan bepaal word deur te kontroleer of die waarde van (K_w) aan vergelyking 3.11 voldoen.

$$K_w \leq k_3 \times K_0 \quad \text{Vergelyking 3.19.}$$

Die model word grafies in Figuur 3.11. voorgestel met verskillende verwagte besparings a.g.v. WAB/WB en verskillende effektiewe diskonteringskoerse. Met hierdie grafiek kan 'n vinnige beraming gemaak word of 'n WAB/WB projek deur die uitstel kan kapitaal spandering gefinansier kan word. Ter illustrasie die volgende voorbeeld.



Figuur 3.11. Uitstel van kapitale spandering vs. WAB/WB.

Voorbeeld:

Die waterbehoefte van die dorp het in so 'n mate gegroei dat dit nodig is om die kapasiteit van die bestaande bronne te verhoog. Die beraamde koste verbonde aan die ontwikkeling van 'n nuwe waterbron beloop sowat R10 miljoen. Die dorp se verbruik groei tans teen 3.5% per jaar. 'n Onderzoek het getoon dat deur WAB/WB te implementeer 'n moontlike besparing van 15% bereik kan word. Aanvaar $f = 7\%$ en $i = 10\%$.

Die waardes van die veranderlikes is dus as volg:

$$k_1 = 15\%$$

$$k_2 = 3.5\%$$

$$K_0 = \text{R } 10 \text{ miljoen}$$

$$i = 10\%$$

$$f = 7\%$$

en die benaderde waarde van (i') kan bereken word volgens vergelyking 3.11.

$$i' = 10\% - 7\% = 3\%$$

Deur die 15% WAB/WB kurwe te gebruik en 3.5% op die grafiek af te lees (Sien Figuur 3.12.) kan $n=4.7$ bepaal word. Deur die 3% effektiewe diskonteringskoers kurwe te gebruik (Sien Figuur 3.12.) word die k_3 waarde as 12.2% bepaal.

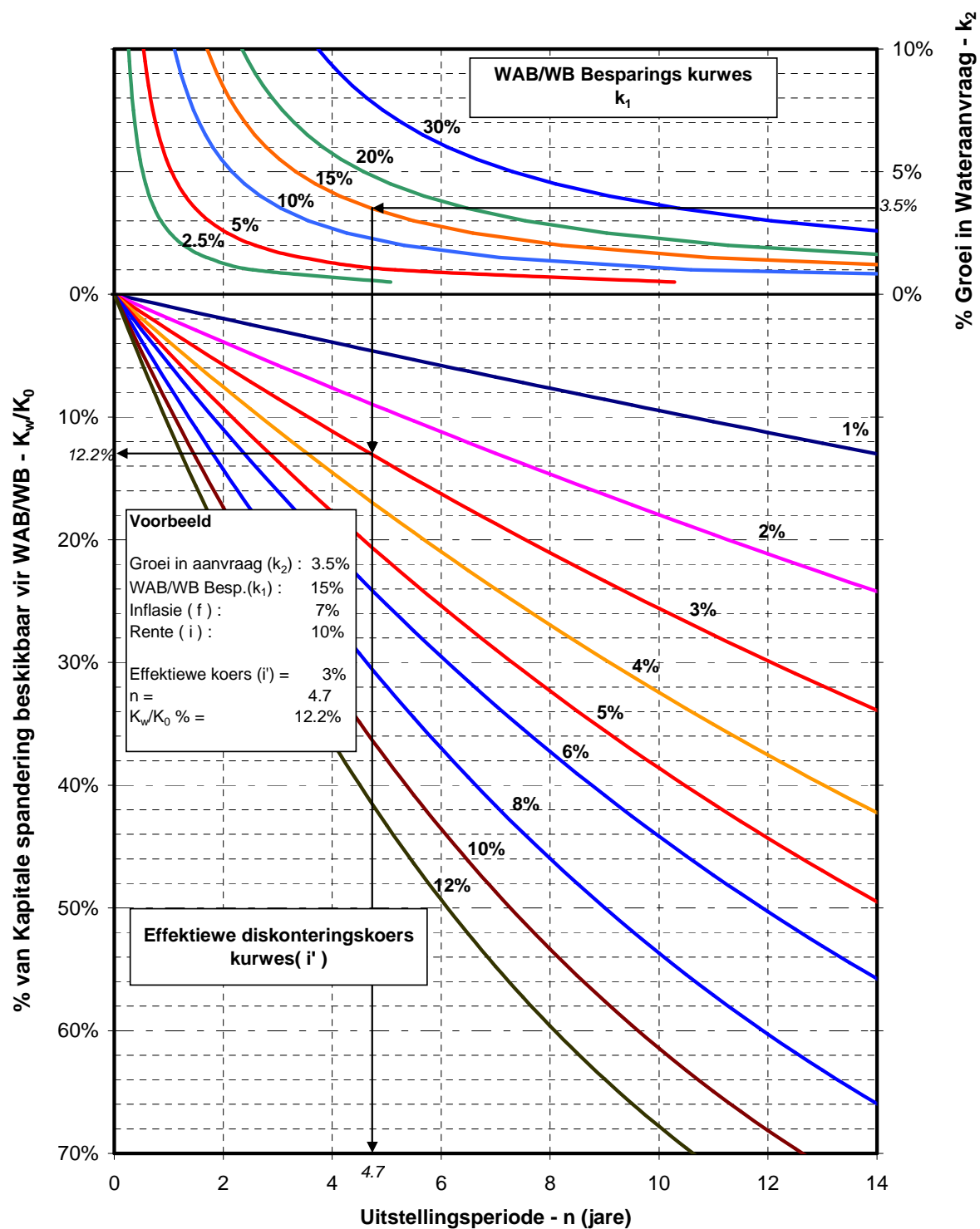
K_w kan nou bepaal word deur vergelyking 3.19. te gebruik:

$$K_w = 12.2\% \times K_0$$

$$K_w = 0.122 \times \text{R } 10 \text{ miljoen}$$

$$K_w = \text{R } 1.22 \text{ miljoen}$$

Indien die koste verbonde aan die implementering van WAB/WB minder is as R1.22 miljoen is dit dus beter om die WAB/WB alternatief te implementeer en die ontwikkeling van 'n nuwe waterbron met 5 jaar uit te stel.



Figuur 3.12. Uitstel van kapitale spandering vs. WAB/WB – Voorbeeld.

3.1.3.2. WAB/WB AS EKONOMIESE HAALBARE PROJEK

Die volgende moontlikheid wat ondersoek moet word, is om vas te stel of 'n WAB/WB alternatief 'n ekonomiese haalbare moontlikheid kan wees. Die kostes wat aangegaan word om die projek te implementeer moet dus deur die waarde van die besparings oorskry word. Vir die berekeninge vir WAB/WB as 'n ekonomiese haalbare opsie word daar van die koste-voordeel ontleding soos bespreek in afdeling 2.3.1 gebruik gemaak en vergelyking 2.2 word hiervoor gebruik.

$$PV(X_i) = X_i / (1 + r)^n$$

Vergelyking 2.2

Met

X_i = 'n Bepaalde koste of voordeel

r = verdiskonterings koers

n = Die jaar waarin X_i plaasvind vanaf die huidige

$PV(X_i)$ = Huidige waarde van X_i

Alhoewel die koste-voordeel ontleding uit eenvoudige berekenings bestaan, bly die bepaling van die geskikte verdiskonteringskoers die grootste struikelblok in die ontleding. Soos in paragraaf 2.3.4 bespreek kan verskeie moontlikhede vir die bepaling vir 'n geskikte verdiskonteringskoers oorweeg word. Vir hierdie bepaalde ontleding is die verdiskonteringskoers as gelykstaande aan die gemiddelde REPO koers van die afgelope 15 jaar aanvaar. Deur gebruik te maak van die REPO koers word 'n groter gewig op direkte besparings as toekomstige verwagte besparing geplaas. Die akkuraatheid van toekomstige verwagte besparings word gewoonlik weens die onsekerhede rakende die agteruitgang van infrastruktuur bevraagteken. Hierdie verwagte toekomstige besparings is dus gewoonlik laer as wat verwag kan word.

Vir 'n projek om ekonomies haalbaar te wees moet die huidige waardes van die voordele (die waarde van die waterbesparings), die huidige waarde van die kostes verbonde aan die projek oorskry.

Om die sensitiwiteit van die ekonomiese haalbaarheid te toets, is termyne 2, 5 & 10 jaar gekies.

3.1.3.3. WAB/WB AS ALTERNATIEWE OPSIE

Alhoewel die implementering van WAB/WB alternatiewe ekonomies haalbaar kan wees, kan daar moontlike alternatiewe kapitale projekte bestaan wat die tekorte meer ekonomies kan voorsien. WAB/WB moet dus ook deel vorm van verskillende moontlike opsies. Die grootte orde en implementerings periodes van die verskillende moontlikhede verskil egter. Dit is noodsaaklik om vergelykings tussen verskillende moontlikhede te kan doen ten spyte van al die verskille. 'n Koste effektiewe ontleding bied die beste moontlike ekonomiese evaluering.

Die berekening van 'n Eenheidsverbruikswaarde ("Unit reference value" URV) veroorsaak dat projekte van verskillende groottes en implementerings termyne met mekaar vergelyk kan word en kan deur vergelykings 2.5 en 2.6 bereken word, soos in afdeling 2.3.3 bespreek.

$$PVW = \sum (W_t / (1+r)^t) \quad \text{Vergelyking 2.5}$$

$$URV = NPV / PVW \quad \text{Vergelyking 2.6}$$

Met

PVW = Huidige waarde van die water oor die lewenssiklus van die alternatief.

NPV = Huidige waarde van die koste om die alternatief te implementeer.

W_t = Volume water gelever deur die alternatief in jaar (t).

r = Verdiskonterings koers.

Die mees ekonomiese alternatiewe projek is die een met die laagste URV.

In die ontleding van die verskeie projekte uit die literatuur, bestaan daar nie noodwendig alternatiewe projekte wat geëvalueer is nie. Dit is wel moontlik om alternatiewe kapitale projekte te simuleer deur van verwagte kostes gebruik te maak. Hierdie verwagte kostes is volledig in paragraaf 3.1.3 bespreek. Vir hierdie studie sal die gemiddelde verwagte kostes met die werklike kostes van projekte vergelyk word soos uit die literatuur verkry. In die ontleding is die gemiddelde REPO koers van die laaste 15 jaar as die verdiskonteringskoers aanvaar.

3.2. ONTLEDING VAN BESKIKBARE DATA UIT LITERATUUR

Om WAB/WB ekonomies te evalueer is dit nodig om van werklike geïmplementeerde projekte gebruik te maak en die resultate daarvan ekonomies te evalueer. Dit is dus nie moontlik om enige groot hoeveelhede data d.m.v. simulaties te genereer nie. Dit lei dus daartoe dat ontleding met beskikbare data uit literatuur bepaal word. Vir 'n volledige ekonomiese evaluering van enige van hierdie projekte moet die data aan die volgende kriteria voldoen.

1. Die verskillende komponente wat in die WAB/WB aangepak is moet bekend wees.
2. Koste rakende die WAB/WB projek moet bekend wees.
3. Die vermindering in waterverliese moet bekend wees of voldoende data moet beskikbaar wees om hierdie besparings te beraam.
4. Die tydperk van implementering moet bekend wees, sodat projekte wel met mekaar in terme 'n basis jaar vergelyk kan word.

In die inwin van data uit die literatuur is gevind dat daar gebreke met die akkuraatheid en selfs die afwesigheid van die werklike besparings verkry uit die projek bestaan. Dit was egter moontlik om vir sommige van die gevalle verwagte besparings te bereken om sodoende vergelykbare projekte te verkry.

In die literatuur is gevind dat indien alle gepubliseerde WAB/WB projekte in die onderskeie afdelings ingedeel word (Sien Tabel 3.8), die volgende beperkings geïdentifiseer kan word:

1. Die meeste van die projekte sluit 'n vorm van bewusmaking in. Dit is egter nie moontlik om die impak van bewusmaking op sy eie te kwantifiseer nie. Bewusmaking word dus beskou as 'n essensiële deel van WAB/WB en nie 'n individuele opsie nie.
2. Die resultate van die drie grootste WAB opsies wat gepubliseer is, sluit onder meer optimisering van infrastruktuur, herstel van lekkasie en meting en drukbeheer in.

Weens die beskikbaarheid van betroubare data oor hierdie tipe projekte is daar besluit om op die analisering van die volgende tipe WAB/WB alternatiewe te fokus, nl.

1. Optimisering van infrastruktuur.
2. Drukbeheer.
3. Herstel van lekkasies.
4. Meting & sonering.

Tabel 3.8. Geïmplementeerde projekte uit die literatuur.

| Nr. | Projek | Projek koste | Jaar | Bewusmaking | Drukbeheer | Meting | Lekkassie opsporing | Optimisering van infrastruktuur | | | | Lekkassie herstel | |
|-----|-----------------------|---------------|------|-------------|------------|--------|---------------------|---------------------------------|-----|------------|-------|-------------------|------------|
| | | | | | | | | Toilet | AFU | Stortkoppe | Krane | Netwerk | Verbruiker |
| 1 | Tlhabane | R 1,100,000 | 2000 | | | | 1 | | | | | 1 | 1 |
| 2 | Boksburg | R 960,000 | 2000 | | | | | 1 | 1 | | 1 | | 1 |
| 3 | Kagiso | R 625,000 | 2001 | | | | | 1 | 1 | | 1 | | 1 |
| 4 | Johannesburg | R 1,320,000 | 1999 | | | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 |
| 5 | Kagiso Siyong Amanzai | R 1,500,000 | 2000 | 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | | 1 |
| 6 | Odi | R 4,400,000 | 2000 | | | | | 1 | | | 1 | | 1 |
| 7 | Sebokeng | R 2,100,000 | 1999 | 1 | | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| 8 | Soweto | R 4,700,000 | 1997 | 1 | | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 |
| 9 | Tembisa Oos | R 4,200,000 | 1998 | | | | | 1 | | | 1 | | 1 |
| 10 | Tembisa Wes | R 2,500,000 | 1999 | | | | | 1 | | | 1 | | 1 |
| 11 | Thokokoza | R 670,000 | 1996 | | | | | 1 | | | 1 | | |
| 12 | Slovoville | R 57,000 | 2001 | | 1 | | | | | | | | |
| 13 | Groter Bloemfontein | R 1,100,000 | 2001 | 1 | | 1 | | | | | | | |
| 14 | ODI | R 1,600,000 | 2000 | 1 | | 1 | | | | | | | |
| 15 | Motherwell | R 468,000 | 1999 | | | 1 | 1 | | | | | | |
| 16 | Sebokeng/Thembisa | R 2,100,000 | 1998 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | 1 |
| 17 | Sydney | R 156,000,000 | 2002 | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | | 1 |

In die vergelyking van WAB/WB as 'n alternatiewe opsie, is die URV waardes met ander gepubliseerde URV vir soortgelyke WAB/WB opsies vergelyk. Hierdie URV gee 'n goeie aanduiding van die betroubaarheid van die berekende waardes.

3.2.1. ONTLEDING VAN RESULTATE VAN GEIMPLEMETEERDE WAB/WB PROJEKTE

Die projekte in Tabel 3.4 is geanaliseer deur van die voorgestelde modelle gebruik te maak. Dit was egter nie altyd moontlik om hierdie modelle volledig na te volg nie weens die gebrek aan voldoende inligting. Die beskikbare inligting van elk van die projekte word in Bylae 5 uiteengesit.

Om bogenoemde projekte op 'n gelyke basis te vergelyk, is al die projek kostes omgeskakel na 'n toekomstige Rand waarde op Julie 2010 gebaseer met inagneming van die CPI waarde. Die projek waarde is as verteenwoordigend van die end datum van implementerings periode aanvaar.

Die Julie 2010 projek koste waardes verskyn in Tabel 3.9. tesame met die waterbesparings.

Tabel 3.9. WAB/WB projekte.

| Nr. | Projek | Projektkoste | Jaar | CPI | 2010 Koste | Water besparing (Jaarliks) | | |
|-----|-----------------------|---------------|------|-------|---------------|----------------------------|--------|-------------|
| | | | | | | Volume | % | Waarde |
| 1 | Tlhabane | R 1,100,000 | 2000 | 100.5 | R 1,964,677 | 98 000 | 12.30% | |
| 2 | Boksburg | R 960,000 | 2000 | 100.5 | R 1,714,627 | 92 844 | 44.00% | |
| 3 | Kagiso | R 625,000 | 2001 | 105.8 | R 1,060,373 | 36 000 | 30.51% | |
| 4 | Johannesburg | R 1,320,000 | 1999 | 94.9 | R 2,496,733 | 58 699 | 19.00% | |
| 5 | Kagiso Siyong Amanzai | R 1,500,000 | 2000 | 100.5 | R 2,679,104 | 3 360 000 | 35.00% | |
| 6 | Odi | R 4,400,000 | 2000 | 100.5 | R 7,858,706 | 565 296 | 13.10% | |
| 7 | Sebokeng | R 2,100,000 | 1999 | 94.9 | R 3,972,076 | 300 000 | 36.50% | |
| 8 | Soweto | R 4,700,000 | 1997 | 84.9 | R 9,936,985 | 6 000 000 | 6.00% | |
| 9 | Tembisa Oos | R 4,200,000 | 1998 | 90.5 | R 8,330,387 | 2 460 000 | 15.00% | |
| 10 | Tembisa Wes | R 2,500,000 | 1999 | 94.9 | R 4,728,662 | 1 150 656 | 40.00% | |
| 11 | Thokokoza | R 670,000 | 1996 | 77.8 | R 1,545,823 | 642 000 | 15.00% | |
| 12 | Slovoville | R 57,000 | 2001 | 105.8 | R 96,706 | 216 000 | 48.00% | |
| 13 | Groter Bloemfontein | R 1,100,000 | 2001 | 105.8 | R 1,866,257 | | | R 1,000,000 |
| 14 | ODI | R 1,600,000 | 2000 | 100.5 | R 2,857,711 | 29 200 000 | 25.00% | |
| 15 | Motherwell | R 468,000 | 1999 | 94.9 | R 885,205 | | | R 5,292,500 |
| 16 | Sebokeng/Thembisa | R 2,100,000 | 1998 | 90.5 | R 4,165,193 | | 36.50% | |
| 17 | Sydney | R 156,000,000 | 2002 | 115.9 | R 241,604,832 | 4 180 000 | 8.00% | |

3.2.1.1. UITSTEL VAN KAPITALE SPANDERING

Dit was nie moontlik om al bogenoemde projekte te evalueer t.o.v. die uitstel van kapitaal spandering nie weens 'n gebrek aan die persentasie besparing wat bereik is deur die implementering van WAB/WB wat by sommige van die projekte voorgekom het.

In die berekening van die effek van WAB/WB op die termyn van die uitstel van kapitale spandering word die gemiddelde groeikoers in water aanvraag, inflasiekoers en verdiskonteringskoers benodig. 'n Gemiddelde groeikoers van 2.5% in waterverbruik is aanvaar. Die gemiddelde inflasiekoers, gebaseer op die laaste 15 jaar se CPI syfers is as 6.3 aanvaar. In die ontleding word die REPO koers as verdiskonteringskoers gebruik. Die laaste 15 jaar se gemiddelde REPO koers is gelyk aan 9.8 en is so in die ontleding aanvaar.

Die k_1 en K_w waardes (Tabel 3.10.) vir elk van die projekte is in die uitstel van kapitaal gebruik en die uitstellingsperiod en ooreenstemmende K_0 waardes is bereken. Aangesien die grootte orde van die projekte wissel, is die K_0 waarde deur die volume water besparing van die projek gedeel. Dit gee dan 'n R/kl eenheidswaarde wat met ander projekte vergelykbaar is. Hierdie waarde dui die grens aan waar dit ekonomies haalbaar is om die WAB/WB projek deur die kapitale projek wat nodig is te finansier om 'n soortgelyke verhoging in water aanvraag te bereik. Hierdie waardes verskyn in Tabel 3.10. en is in volgorde gesorteer van die mees tot minder gunstige projek wat deur die uitstel van kapitaal spandering gefinansier kan word.

Tabel 3.10. Resultate van uitstel van kapitaal spandering.

| Nr. | Projek | Uitstel van Kapitale spandering | | | | | |
|-----|-----------------------|---------------------------------|-------|-------|---------------|-----------------|----------------|
| | | k_1 | n | k_3 | K_w | K_0 | $K_0 - (R/kl)$ |
| 14 | ODI | 25.00% | 11.7 | 31.4% | R 2,857,711 | R 9,090,188 | R 0.31 |
| 12 | Slovoville | 48.00% | 26.5 | 57.6% | R 96,706 | R 167,906 | R 0.78 |
| 5 | Kagiso Siyong Amanzai | 35.00% | 17.4 | 43.2% | R 2,679,104 | R 6,205,484 | R 1.85 |
| 8 | Soweto | 6.00% | 2.5 | 7.8% | R 9,936,985 | R 127,447,247 | R 21.24 |
| 11 | Thokokoza | 15.00% | 6.6 | 19.2% | R 1,545,823 | R 8,050,415 | R 12.54 |
| 9 | Tembisa Oos | 15.00% | 6.6 | 19.2% | R 8,330,387 | R 43,383,418 | R 17.64 |
| 10 | Tembisa Wes | 40.00% | 20.7 | 48.8% | R 4,728,662 | R 9,682,343 | R 8.41 |
| 7 | Sebokeng | 36.50% | 18.4 | 44.9% | R 3,972,076 | R 8,848,975 | R 29.50 |
| 6 | Odi | 13.10% | 5.7 | 16.8% | R 7,858,706 | R 46,711,035 | R 82.63 |
| 2 | Boksburg | 44.00% | 23.5 | 53.3% | R 1,714,627 | R 3,219,020 | R 34.67 |
| 1 | Tlhabane | 12.30% | 5.3 | 15.8% | R 1,964,677 | R 12,420,452 | R 126.74 |
| 3 | Kagiso | 30.51% | 14.7 | 38.0% | R 1,060,373 | R 2,792,762 | R 77.58 |
| 4 | Johannesburg | 19.00% | 8.5 | 24.2% | R 2,496,733 | R 10,337,109 | R 176.10 |
| 17 | Sydney | 8.00% | 3.4 | 10.4% | R 241,604,832 | R 2,331,625,126 | R 557.81 |
| | | k_2 | f | i | | | |
| | | 2.50% | 6.30% | 9.80% | | | |

3.2.1.2. WAB/WB AS EKONOMIESE HAALBARE PROJEK

Soos bespreek in paragraaf 3.1.1.2 moet die ekonomiese voordele wat uit 'n projek verkry word die kostes van die projek oorskry vir die projek om ekonomies haalbaar te wees. Vir studie projekte is die waterbesparing wat uit die projek verkry is teen die kapitale koste van die projek opgeweeg en die huidige netto waarde (NPV) van die projek is bereken. Indien die NPV positief is, beteken dit dat die waarde van die waterbesparings groter is as die koste van die projek en die projek dus ekonomies haalbaar is. Indien die NPV egter kleiner is as 0, is die projek nie ekonomies haalbaar nie. Die grootte orde van die verskillende projekte verskil en is genormaliseer deur die NPV in terme van die volume besparing van die projek uit te druk.

In die berekening van die NPV van die projekte is daar verskeie faktore wat 'n rol in die finale NPV waarde speel en waarvoor daar sekere aannames gemaak moet word. Die eerste hiervan is die waarde van die water wat gekoppel moet word aan die water wat deur die projek bespaar word. Aangesien al die projekte se projek waarde na die verteenwoordigende projek koste vir 2010 aangepas is, is die waterkoste van die projekte ook gelyk gestel. 'n Waarde van R5.00 /kl is vir hierdie ontleding aanvaar.

Die volgende aspek wat belangrik is in die berekening van die ekonomiese haalbaarheid van die projek is die termyn waaroor die waterbesparing in ag neem word. Hoe langer hierdie

termyn is, hoe groter die voordeel van die besparing. In die analise is drie verskillende waardes nl. 2, 5 en 10 jaar gebruik.

In meeste van die projekte is die waterbesparing van die projek verkry deur 'n berekening van waterverbruik binne die eerste jaar na die implementering van die projek. Dit is nie duidelik of hierdie besparing permanent is en of dit met verloop van tyd gaan afneem nie. In die berekening van die NPV is twee moontlike roetes gevolg. In die eerste bly die waterbesparing oor die volle termyn van die ontleding konstant. In die tweede neem die besparing reglynig af tot 0 aan die einde van die termyn.

In Tabel 3.11. verskyn die NPV van al die projekte vir 'n 10 jaar termyn waarvan die water besparing konstant bly oor die volle termyn.

Tabel 3.11. Ekonomiese haalbaarheid vir 10 jaar termyn.

| Nr. | Projek | WAB/WB as ekonomies haalbare projek | | | | |
|-----|-----------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------------|
| | | Projek koste | Water besparing | Besparing patroon | NPV | NPV per kl besparing |
| 14 | ODI | R 2,857,711 | 29 200 000 | 0 | R 902,008,903 | R 30.89 |
| 12 | Slovoville | R 96,706 | 216 000 | 0 | R 6,596,828 | R 30.54 |
| 5 | Kagiso Siyong Amanzai | R 2,679,104 | 3 360 000 | 0 | R 101,442,533 | R 30.19 |
| 8 | Soweto | R 9,936,985 | 6 000 000 | 0 | R 175,994,512 | R 29.33 |
| 11 | Thokokoza | R 1,545,823 | 642 000 | 0 | R 18,348,847 | R 28.58 |
| 9 | Tembisa Oos | R 8,330,387 | 2 460 000 | 0 | R 67,901,527 | R 27.60 |
| 10 | Tembisa Wes | R 4,728,662 | 1 150 656 | 0 | R 30,928,537 | R 26.88 |
| 7 | Sebokeng | R 3,972,076 | 300 000 | 0 | R 5,324,499 | R 17.75 |
| 6 | Odi | R 7,858,706 | 565 296 | 0 | R 9,659,015 | R 17.09 |
| 2 | Boksburg | R 1,714,627 | 92 844 | 0 | R 1,162,477 | R 12.52 |
| 1 | Tlhabane | R 1,964,677 | 98 000 | 0 | R 1,072,204 | R 10.94 |
| 3 | Kagiso | R 1,060,373 | 36 000 | 0 | R 55,216 | R 1.53 |
| 4 | Johannesburg | R 2,496,733 | 58 699 | 0 | -R 677,725 | -R 11.55 |
| 17 | Sydney | R 241,604,832 | 4 180 000 | 0 | -R 112,072,556 | -R 26.81 |
| | | Water koste | i | Konstant = 0 | n | |
| | | R 5.00 | 9.80% | Linêre afname = 1 | 10 | |

Die NPV van al die projekte is bereken vir al die kombinasies van 2, 5 en 10 jaar termyne en vir 'n konstante en liniêre afname in waterbesparings. Hierdie NPV waardes is in Tabel 3.12 opgesom.

Tabel 3.12. Opsomming van die ekonomies haalbare projekte.

| Nr. | Projek | WAB/WB as ekonomies haalbare projek | | | | | | | |
|-----|-----------------------|-------------------------------------|-----------------|--|----------|----------|---|----------|----------|
| | | Projek koste | Water besparing | NPV per kl besparing (konstante besparing) | | | NPV per kl besparing (Linêre afname in besparing) | | |
| 14 | ODI | R 2,857,711 | 29 200 000 | R 8.60 | R 18.95 | R 30.89 | R 4.46 | R 10.31 | R 18.01 |
| 12 | Slovoville | R 96,706 | 216 000 | R 8.25 | R 18.60 | R 30.54 | R 4.11 | R 9.97 | R 17.66 |
| 5 | Kagiso Siyong Amanzai | R 2,679,104 | 3 360 000 | R 7.90 | R 18.25 | R 30.19 | R 3.76 | R 9.62 | R 17.31 |
| 8 | Soweto | R 9,936,985 | 6 000 000 | R 7.04 | R 17.40 | R 29.33 | R 2.90 | R 8.76 | R 16.46 |
| 11 | Thokokoza | R 1,545,823 | 642 000 | R 6.29 | R 16.64 | R 28.58 | R 2.15 | R 8.00 | R 15.70 |
| 9 | Tembisa Oos | R 8,330,387 | 2 460 000 | R 5.31 | R 15.66 | R 27.60 | R 1.17 | R 7.03 | R 14.73 |
| 10 | Tembisa Wes | R 4,728,662 | 1 150 656 | R 4.59 | R 14.94 | R 26.88 | R 0.44 | R 6.30 | R 14.00 |
| 7 | Sebokeng | R 3,972,076 | 300 000 | -R 4.54 | R 5.81 | R 17.75 | -R 8.69 | -R 2.83 | R 4.87 |
| 6 | Odi | R 7,858,706 | 565 296 | -R 5.20 | R 5.15 | R 17.09 | -R 9.35 | -R 3.49 | R 4.21 |
| 2 | Boksburg | R 1,714,627 | 92 844 | -R 9.77 | R 0.58 | R 12.52 | -R 13.91 | -R 8.06 | -R 0.36 |
| 1 | Tlhabane | R 1,964,677 | 98 000 | -R 11.35 | -R 1.00 | R 10.94 | -R 15.49 | -R 9.63 | -R 1.94 |
| 3 | Kagiso | R 1,060,373 | 36 000 | -R 20.75 | -R 10.40 | R 1.53 | -R 24.90 | -R 19.04 | -R 11.34 |
| 4 | Johannesburg | R 2,496,733 | 58 699 | -R 33.83 | -R 23.48 | -R 11.55 | -R 37.98 | -R 32.12 | -R 24.42 |
| 17 | Sydney | R 241,604,832 | 4 180 000 | -R 49.10 | -R 38.75 | -R 26.81 | -R 53.25 | -R 47.39 | -R 39.69 |
| | | Water koste | i | n | | | n | | |
| | | R 5.00 | 9.80% | 2 | 5 | 10 | 2 | 5 | 10 |

3.2.1.3. WAB/WB AS ALTERNATIEWE OPSIE

Soos bespreek in paragraaf 3.1.1.3 is dit slegs moontlik om WAB/WB as 'n alternatiewe opsie vir kapitale spandering op te weeg indien die koste van beide alternatiewe projekte oor die volle lewensiklusse geëvalueer word.

Vir bogenoemde projekte is 'n URV vir elk van die projekte bereken. Soos in die geval met die ekonomiese haalbare projekte is die sensitiviteit van die URV vir die verskillende projekte getoets deur die termyn vanaf 10 jaar na 5 en 2 te verkort. Die URV is ook vir albei aannames van die toekomstige verandering in die waterbesparing bereken. In die eerste geval bly die waterbesparing konstant, terwyl dit in die tweede geval liniêr afneem tot by 0 aan die einde van die termyn.

In Tabel 3.13. verskyn die URV van die projekte vir 'n konstante waterbesparing oor die volle 10 jaar termyn. Die projekte is in volgorde van stygende URV waardes gerangskik.

Tabel 3.13. URV vir 10 jaar termyn.

| Nr. | Projek | WAB/WB as alternatiewe opsie | | | | |
|-----|-----------------------|------------------------------|-----------------|----------------------|-------------|------|
| | | Projek koste | Water besparing | Besparing patroon | PVW | URV |
| 14 | ODI | R 2,857,711 | 29 200 000 | 0 | 180 973 323 | 0.02 |
| 12 | Slovoville | R 96,706 | 216 000 | 0 | 1 338 707 | 0.07 |
| 5 | Kagiso Siyong Amanzai | R 2,679,104 | 3 360 000 | 0 | 20 824 328 | 0.13 |
| 8 | Soweto | R 9,936,985 | 6 000 000 | 0 | 37 186 299 | 0.27 |
| 11 | Thokokoza | R 1,545,823 | 642 000 | 0 | 3 978 934 | 0.39 |
| 9 | Tembisa Oos | R 8,330,387 | 2 460 000 | 0 | 15 246 383 | 0.55 |
| 10 | Tembisa Wes | R 4,728,662 | 1 150 656 | 0 | 7 131 440 | 0.66 |
| 7 | Sebokeng | R 3,972,076 | 300 000 | 0 | 1 859 315 | 2.14 |
| 6 | Odi | R 7,858,706 | 565 296 | 0 | 3 503 544 | 2.24 |
| 2 | Boksburg | R 1,714,627 | 92 844 | 0 | 575 421 | 2.98 |
| 1 | Tlhabane | R 1,964,677 | 98 000 | 0 | 607 376 | 3.23 |
| 3 | Kagiso | R 1,060,373 | 36 000 | 0 | 223 118 | 4.75 |
| 4 | Johannesburg | R 2,496,733 | 58 699 | 0 | 363 802 | 6.86 |
| 17 | Sydney | R 241,604,832 | 4 180 000 | 0 | 25 906 455 | 9.33 |
| | | | i | Konstant = 0 | n | |
| | | | 9.80% | Linêre afname = 1 | 10 | |

In Tabel 3.14. verskyn 'n opsomming van die verskillende URV vir die projekte met 'n verandering in die termyn, asook die waterbesparings patroon oor die termyn. Dit is duidelik uit hierdie resultate dat 'n langer termyn met 'n konstante water besparing, gunstige URV waardes lewer.

Tabel 3.14. Opsomming van die URV van al die projekte.

| Nr. | Projek | WAB/WB as alternatiewe opsie | | | | | | | |
|-----|-----------------------|------------------------------|-----------------|---------------------------|-------|------|----------------------------------|-------|-------|
| | | Projek koste | Water besparing | URV (konstante besparing) | | | URV (Linêre afname in besparing) | | |
| 14 | ODI | R 2,857,711 | 29 200 000 | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.11 | 0.05 | 0.03 |
| 12 | Slovoville | R 96,706 | 216 000 | 0.26 | 0.12 | 0.07 | 0.49 | 0.21 | 0.12 |
| 5 | Kagiso Siyong Amanzai | R 2,679,104 | 3 360 000 | 0.46 | 0.21 | 0.13 | 0.88 | 0.38 | 0.22 |
| 8 | Soweto | R 9,936,985 | 6 000 000 | 0.95 | 0.43 | 0.27 | 1.82 | 0.80 | 0.46 |
| 11 | Thokokoza | R 1,545,823 | 642 000 | 1.38 | 0.63 | 0.39 | 2.64 | 1.16 | 0.66 |
| 9 | Tembisa Oos | R 8,330,387 | 2 460 000 | 1.95 | 0.89 | 0.55 | 3.72 | 1.63 | 0.93 |
| 10 | Tembisa Wes | R 4,728,662 | 1 150 656 | 2.36 | 1.08 | 0.66 | 4.51 | 1.97 | 1.13 |
| 7 | Sebokeng | R 3,972,076 | 300 000 | 7.61 | 3.47 | 2.14 | 14.54 | 6.36 | 3.66 |
| 6 | Odi | R 7,858,706 | 565 296 | 7.99 | 3.65 | 2.24 | 15.26 | 6.68 | 3.84 |
| 2 | Boksburg | R 1,714,627 | 92 844 | 10.61 | 4.85 | 2.98 | 20.28 | 8.87 | 5.10 |
| 1 | Tlhabane | R 1,964,677 | 98 000 | 11.52 | 5.26 | 3.23 | 22.01 | 9.63 | 5.53 |
| 3 | Kagiso | R 1,060,373 | 36 000 | 16.93 | 7.73 | 4.75 | 32.34 | 14.14 | 8.13 |
| 4 | Johannesburg | R 2,496,733 | 58 699 | 24.44 | 11.16 | 6.86 | 46.70 | 20.42 | 11.74 |
| 17 | Sydney | R 241,604,832 | 4 180 000 | 33.21 | 15.17 | 9.33 | 63.46 | 27.75 | 15.96 |
| | | | i | n | | | n | | |
| | | | 9.80% | 2 | 5 | 10 | 2 | 5 | 10 |

Vir die ekonomiese evaluering van WAB/WB as 'n alternatiewe opsie word die kostes benodig om soortgelyke volumes water te voorsien as wat in Tabel 3.14 bespaar word. Vir hierdie doel is beskikbare data van dieselfde projekte gebruik om 'n kosteberaming te maak volgens die model in 3.1.3 bespreek. Voorsiening is vir die installasie van grootmaat pypleiding, opgradering van die suiweringswerke asook die verspreidingsnetwerk gemaak. Geen voorsiening is gemaak om die rioleringstelsel op te gradeer nie, aangesien die verliese wat in die geïdentifiseerde projekte aangespreek is 'n geringe invloed op die kapasiteit van die rioolstelsel het. Die data wat gebruik is om die beraming te maak is in Tabel 3.15 opgesom.

Die data van Tabel 3.15. is gebruik om die kapitale koste te bereken om dieselfde hoeveelheid water te voorsien as wat met die WAB/WB alternatiewe gespaar is. Die berekening van die kapitale kostes verskyn in Bylae 6. Die kapitale kostes is gebruik om ooreenstemmende URV te bereken en verskyn in Tabel 3.16. Vir die berekening van die URV is dieselfde verdiskonteringskoers as in Tabel 3.13 gebruik. Die termyn is na 50 jaar aangepas, wat die verwagte lewensduurte van die infrastruktuur is. Alhoewel die elektriese en meganiese lewensduurte heelwat korter is, vorm dit 'n klein komponent van die kostes. Die lewering van water bly ook konstant oor die volle lewenssiklus van die projek. Die URV vir die soortgelyke kapitale projekte verskyn in Tabel 3.16.

Tabel 3.15. Data vir die berekening van kapitale projektkostes.

| Nr. | Projek | Grootmaat pyplyding | | | | | Suiwering | Verspreidingsnetwerk | | | | Reservoir |
|-----|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------|------------------------|---------------|---------------------|----------------------|-------------------|---------------|-----------|-----------------|
| | | GDV (l/s) | Grootmaat spitsfaktor | Vloei snelheid | Area (m ²) | Diameter (mm) | Kapasiteit (kl/dag) | Aantal aansluitings | kl/maand/ eiendom | dightheid (m) | km pyplyn | Kapasiteit (kl) |
| 14 | ODI | 925.93 | 1.50 | 0.80 | 1.736 | 1 487 | 120 000 | 20 000 | 487 | 10 | 200 000 | 160 000 |
| 12 | Slovoville | 6.85 | 1.50 | 0.80 | 0.013 | 128 | 888 | 750 | 50 | 10 | 7 500 | 1 184 |
| 5 | Kagiso Siyong Amanzai | 106.54 | 1.50 | 0.80 | 0.200 | 504 | 13 808 | 6 000 | 133 | 10 | 60 000 | 18 411 |
| 8 | Soweto | 190.26 | 1.50 | 0.80 | 0.357 | 674 | 24 658 | 13 000 | 641 | 10 | 130 000 | 32 877 |
| 11 | Thokokoza | 20.36 | 1.50 | 0.80 | 0.038 | 220 | 2 638 | 7 000 | 51 | 10 | 70 000 | 3 518 |
| 9 | Tembisa Oos | 78.01 | 1.50 | 0.80 | 0.146 | 432 | 10 110 | 14 500 | 94 | 10 | 145 000 | 13 479 |
| 10 | Tembisa Wes | 36.49 | 1.50 | 0.80 | 0.068 | 295 | 4 729 | 5 000 | 48 | 10 | 50 000 | 6 305 |
| 7 | Sebokeng | 9.51 | 1.50 | 0.80 | 0.018 | 151 | 1 233 | 3 500 | 20 | 10 | 35 000 | 1 644 |
| 6 | Odi | 17.93 | 1.50 | 0.80 | 0.034 | 207 | 2 323 | 7 500 | 48 | 10 | 75 000 | 3 098 |
| 2 | Boksburg | 2.94 | 1.50 | 0.80 | 0.006 | 84 | 382 | 350 | 50 | 10 | 3 500 | 509 |
| 1 | Tlhabane | 3.11 | 1.50 | 0.80 | 0.006 | 86 | 403 | 1 300 | 51 | 10 | 13 000 | 537 |
| 3 | Kagiso | 1.14 | 1.50 | 0.80 | 0.002 | 52 | 148 | 200 | 49 | 10 | 2 000 | 197 |
| 4 | Johannesburg | 1.86 | 1.50 | 0.80 | 0.003 | 67 | 241 | 946 | 27 | 10 | 9 460 | 322 |
| 17 | Sydney | 132.55 | 1.50 | 0.80 | 0.249 | 563 | 17 178 | 160 000 | 27 | 10 | 1 600 000 | 22 904 |

Tabel 3.16. URV vir soortgelyke kapitale projekte.

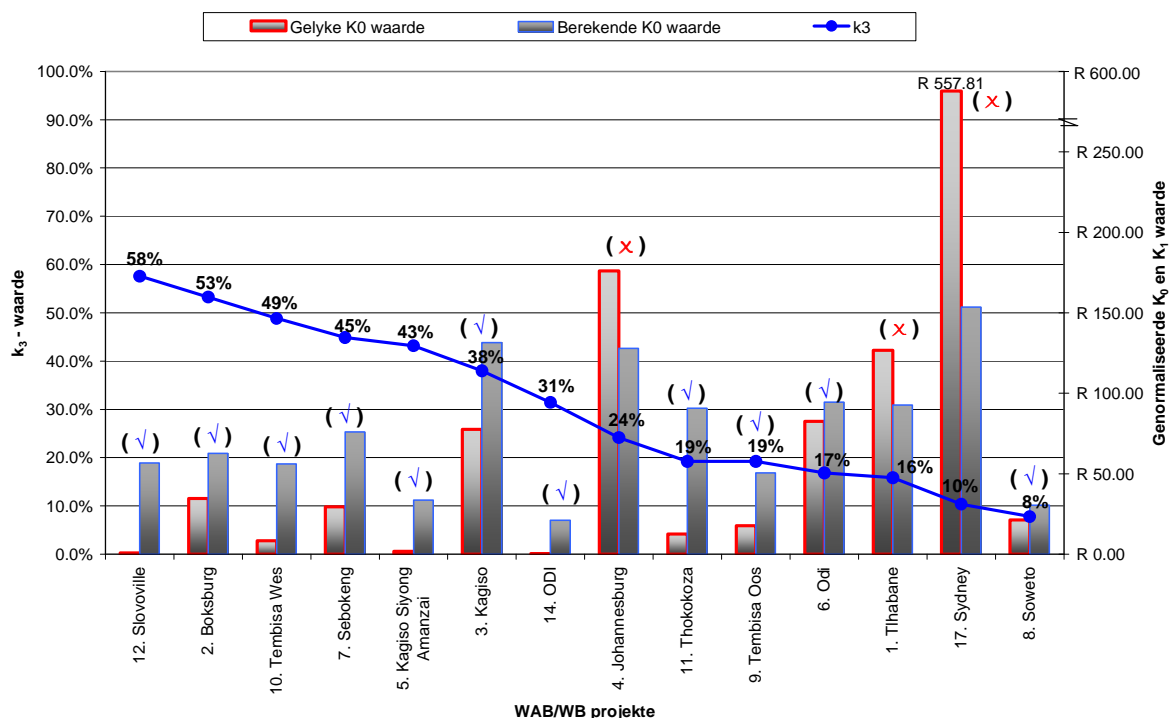
| Nr. | Projek | URV van soortgelyke kapitale projek | | | | |
|-----|-----------------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------|-------|
| | | Projek koste | Water besparing | Besparing patroon | PVW | URV |
| 14 | ODI | R 618,883,838 | 29 200 000 | 0 | 295 179 216 | 2.10 |
| 12 | Slovoville | R 12,234,685 | 216 000 | 0 | 2 183 517 | 5.60 |
| 5 | Kagiso Siyong Amanzai | R 112,864,790 | 3 360 000 | 0 | 33 965 828 | 3.32 |
| 8 | Soweto | R 183,085,654 | 6 000 000 | 0 | 60 653 264 | 3.02 |
| 11 | Thokokoza | R 58,181,759 | 642 000 | 0 | 6 489 899 | 8.96 |
| 9 | Tembisa Oos | R 124,230,226 | 2 460 000 | 0 | 24 867 838 | 5.00 |
| 10 | Tembisa Wes | R 64,425,868 | 1 150 656 | 0 | 11 631 840 | 5.54 |
| 7 | Sebokeng | R 22,759,847 | 300 000 | 0 | 3 032 663 | 7.50 |
| 6 | Odi | R 53,429,863 | 565 296 | 0 | 5 714 508 | 9.35 |
| 2 | Boksburg | R 5,813,830 | 92 844 | 0 | 938 549 | 6.19 |
| 1 | Tlhabane | R 9,089,451 | 98 000 | 0 | 990 670 | 9.18 |
| 3 | Kagiso | R 4,731,614 | 36 000 | 0 | 363 920 | 13.00 |
| 4 | Johannesburg | R 7,505,969 | 58 699 | 0 | 593 384 | 12.65 |
| 17 | Sydney | R 641,730,609 | 4 180 000 | 0 | 42 255 107 | 15.19 |
| | | | i 9.80% | Konstant = 0 Linêre afname = 1 | n 50 | |

4. BESPREKING VAN RESULTATE.

4.1. UITSTEL VAN KAPITALE SPANDERING

In paragraaf 3.2.1.1. is 14 van die projekte i.t.v. die uitstel van kapitaal ontleed. Aangesien die waterbesparings, asook die kostes vir hierdie projekte bekend was, kon die uitstellings periode en 'n (k_3) waarde vir elke projek bereken word. Vir elke projek is 'n (K_0) waarde bereken wat die grootte van 'n kapitale projek verteenwoordig waar die uitstel van kapitaal ekonomies is. Dit beteken dus dat indien die kapitale projek groter as die (K_0) waarde is die WAB/WB projek ekonomies geïmplementeer kan word en dat die kapitale projek oor (n) jaar geïmplementeer kan word. Indien die kapitale projek kleiner as die (K_0) waarde is kan die WAB/WB nie gefinansier word deur die kapitale projek uit te stel nie en moet die kapitale projek geïmplementeer word. Die (K_0) waardes is genormaliseer deur dit te deel deur die volume water wat in die projek bespaar is.

In paragraaf 3.2.1.3 is 'n teoretiese waarde vir kapitale opgraderings projekte bereken om die stelsel so te vergroot dat dieselfde volume water aan die stelsel voorsien kan word as wat deur die WAB/WB projekte bespaar is. Hierdie kapitale koste waardes (K_1) is genormaliseer deur dit te deel met die volume water wat in die projek bespaar is en kan met die berekende (K_0) waardes vergelyk word soos in Figuur 4.1. aangetoon.



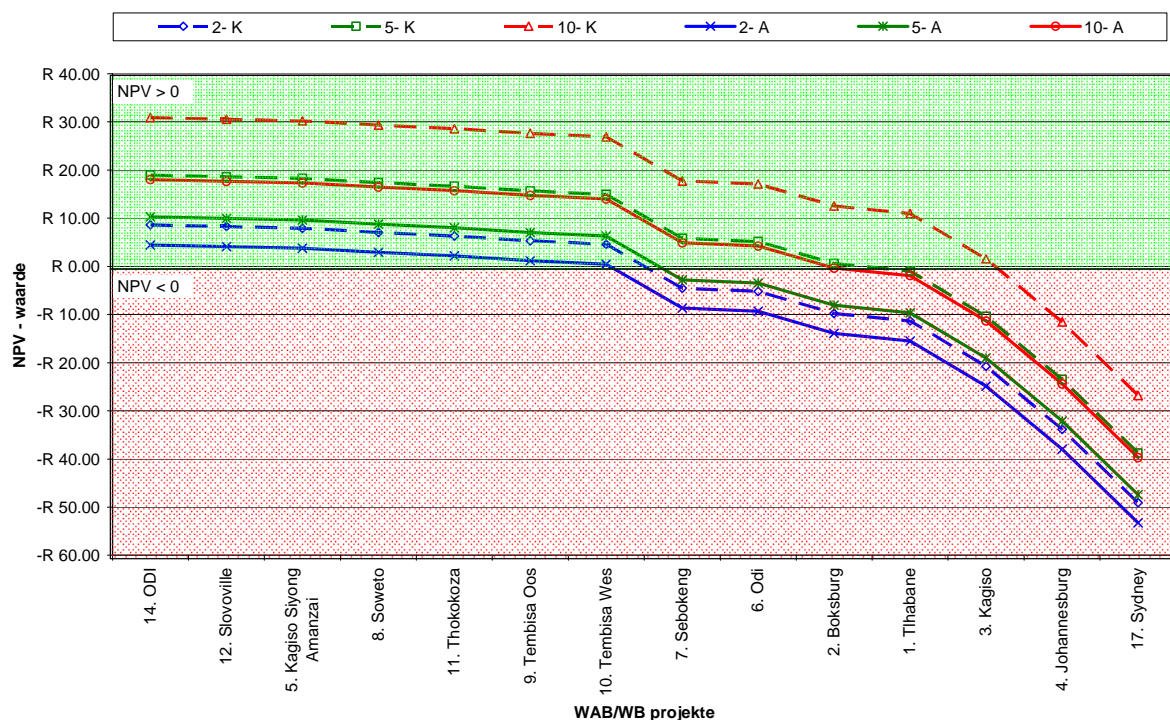
Figuur 4.1. Resultate van uitstel van kapitale spandering.

Die projekte in Figuur 4.1 is in dalende volgorde van (k_3) waardes gerangskik en wissel tussen 8% en 58%. Dit beteken dat vir dieselfde ekonomiese toestande van inflasie, diskonterings koers en groei in waterbehoefte, die persentasie van kapitaal beskikbaar vir WAB/WB alternatiewe weens die uitstel kan kapitale spandering, oor 'n wye spektrum kan wissel afhangend van die besparing in waterverbruik wat WAB/WB alternatiewe kan bied. Die grootte van die (k_3) waardes is egter nie 'n aanduiding dat WAB/WB alternatiewe wel deur die uitstel van kapitale spandering gefinansier kan word nie, maar die verskil tussen die (K_0) en (K_1) waardes gee wel so 'n aanduiding. Indien die (K_1) waarde groter as die (K_0) waarde is, kan WAB/WB alternatiewe deur die uitstel van kapitale spandering gefinansier kan word. In Figuur 4.1 is hierdie gevalle met 'n (✓) simbool gemerk. In die ontleding van die 14 projekte is daar 3 wat nie deur die uitstel van kapitale spandering gefinansier kan word nie. Van die oorblywende 11 projekte is daar 2 projekte (nr. 6 & 8.) waar die verskil tussen die (K_0) en (K_1) waardes nie groot is nie. Enige veranderings in die beraamings van kapitale projekkoste of die WAB/WB alternatiewe koste of die verwagte waterbesparings, kan die uitkoms van die ondersoek na uitstel van kapitale spandering beïnvloed. Vir die oorblywende 9 projekte is dit duidelik dat die implementering van die WAB/WB alternatief wel deur die uitstel van kapitale spandering moontlik is. Selfs as die grensgevalle van die projekte geïgnoreer word, sou dit moontlik wees om 75% van die projekte deur die uitstel van kapitale spandering te finansier.

Uit die ontleding van die bogenoemde projekte is dit duidelik dat WAB/WB alternatiewe wel, onder die regte ekonomiese toestande, deur die uitstel van kapitale spandering gefinansier kan word.

4.2. WAB/WB AS EKONOMIESE HAALBARE PROJEK

In paragraaf 3.2.1.2. is 14 van die projekte i.t.v. ekonomiese haalbaarheid ontleed deur die NPV van elke projek te bepaal. Die projekkosse van elke projek, sowel as die jaarlikse volume besparing is bekend. Vir die berekening van die NPV is waarde van die water besparing as R5.00 /kl aanvaar. Die NPV is vir termyne van 2, 5 en 10 jaar, asook vir twee moontlike aannames van verandering in water besparing bereken. In die eerste geval bly dit konstant oor die volle termyn en in die tweede geval neem dit konstant af tot by 0 aan die end van die termyn. Die resultate, soos opgesom in Tabel 3.8 in paragraaf 3.2.1.2, is in dalende NPV waardes gesorteer en word grafies in Figuur 4.1 voorgestel.



Figuur 4.2. Resultate van WAB/WB as ekonomies haalbare projek.

In Figuur 4.2. verteenwoordig 'n soliede lyn die aanname van 'n konstante water besparing (K) oor die volle termyn, terwyl 'n gebroke lyn die aanname van 'n liniêre afname (A) in water besparing oor die termyn verteenwoordig. Die verskillende kleure verteenwoordig verskillende termyne (blou – 2 jaar, groen – 5 jaar, rooi – 10 jaar). Die groen area op die grafiek verteenwoordig 'n ekonomies haalbare projek waar die NPV groter as nul is, terwyl die rooi gebied 'n projek verteenwoordig wat nie ekonomies haalbaar is nie, met die NPV kleiner as nul.

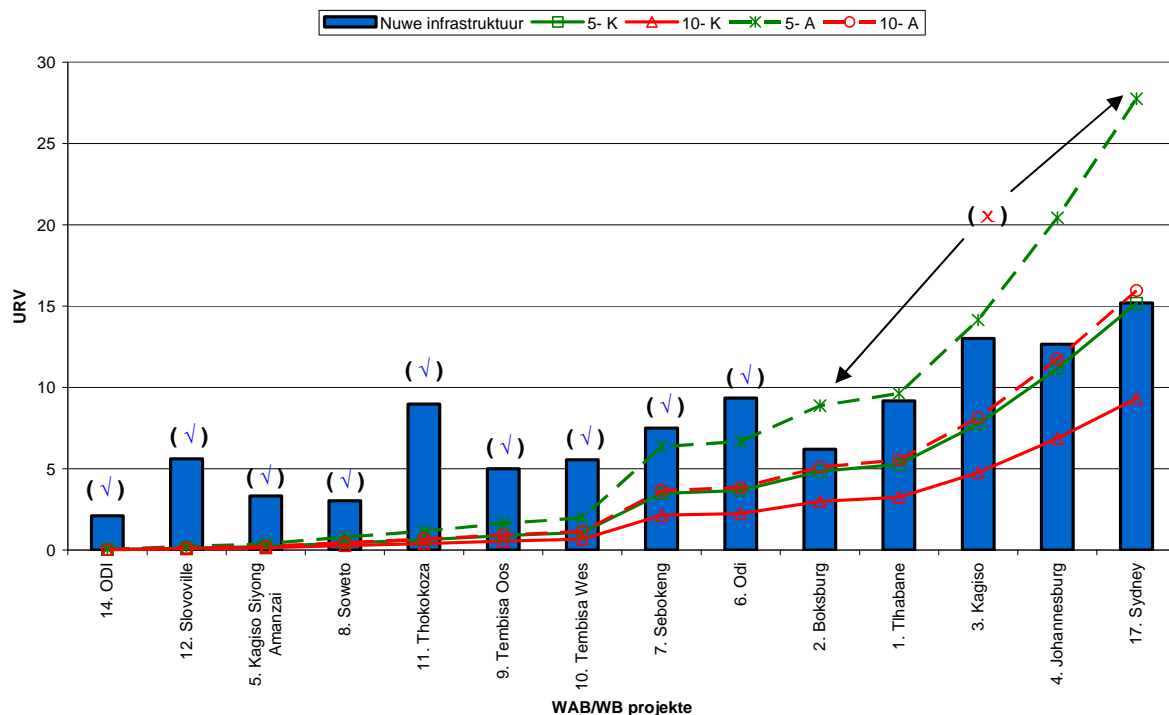
Uit Figuur 4.2. blyk dit duidelik dat 'n langer termyn en 'n konstante waterbesparing die waarskynlikheid van ekonomies haalbaarheid van 'n projek verbeter. Dit is dus belangrik om die volle lewenssiklus van 'n projek en die verwagte verandering in waterbesparing na die implementering van 'n WAB/WB alternatief te bepaal om sodoende te verseker dat 'n WAB/WB projek wel ekonomies haalbaar is.

Ongeag die verandering in termyn en verwagte waterbesparing patroon is 50% van die projekte wel ekonomies haalbaar. Vier van die projekte se ekonomies haalbaarheid hang van die kies van 'n regte termyn en water besparing patroon af, terwyl die oorblywende drie projekte nie ekonomies haalbaar is nie. Dit is dus moontlik vir WAB/WB alternatiewe om wel ekonomies haalbaar te wees, maar dit is nie noodwendig altyd die geval nie.

4.3. WAB/WB AS ALTERNATIEWE OPSIE

In paragraaf 3.2.1.3 is die evaluering van die projekte i.t.v. 'n alternatiewe opsie vir die opgradering van infrastruktuur ontleed. Dit was slegs moontlik om die projekte te vergelyk deur die koste te beraam vir 'n kapitale projek wat dieselfde volume water aan die stelsel sal voorsien as wat deur die WAB/WB projek bespaar is. Hierdie beraamde koste van moontlike kapitale projekte verskyn in Bylae 6. Die URV vir die WAB/WB soos bereken in Tabel 3.10 vir termyn 5 en 10 jaar is in Figuur 4.3 grafies voorgestel en word met die URV soos bereken in Tabel 3.12 vergelyk.

In Figuur 4.3 verteenwoordig die staafgrafiek die URV van die ooreenstemmende kapitale projek, terwyl die lyngrafieke die URV van die WAB/WB projekte verteenwoordig. Die gebroke lyngrafieke verteenwoordig die aanname van 'n liniêre afname in water besparing oor die termyn, terwyl 'n soliede lyn grafiek die aanname van 'n konstante water besparing verteenwoordig. Die verskillende kleure verteenwoordig verskillende termyne (groen – 5 jaar, rooi – 10 jaar).



Figuur 4.3. Resultate van WB/WB as alternatiewe opsie.

Volgens Figuur 4.3. is daar 9 projekte waarvan die URV van die WAB/WB projek laer as die van die verteenwoordigende kapitale projek is ongeag die aanname van die tipe water besparing wat verkry word of die termyn waarvoor dit bereken word (gemerk (\checkmark)). Dit beteken dat dit vir hierdie 9 projekte beter is om die WAB/WB alternatief te implementeer as om die infrastruktuur op te gradeer om meer water aan die stelsel te voorsien.

Vir 4 van die oorblywende 5 projekte is die URV van die 5 jaar termyn en afnemende water besparing hoër as die van die ooreenstemmende kapitale projek (gemerk (\times)), terwyl die ander grafieke se URV almal laer as die ooreenstemmende kapitale projek is. Die termyn en die verwagte verandering in die toekomstige waterbesparings van die projek is dus belangrik alvorens vasgestel kan word of die WAB/WB projek wel geïmplementeer moet word eerder as die ontwikkeling van die nuwe infrastruktuur om aan die addisionele waterbehoefte te voorsien. Indien die WAB/WB projek vir 'n periode van 10 jaar 'n water besparing veroorsaak, is dit beter om die WAB/WB projek te implementeer. Indien die impak van die besparing korter is, is dit beter om nuwe infrastruktuur te ontwikkel om vir die verhoging in waterverbruik voorsiening te maak.

Die laaste WAB/WB projek (17. Sydney) is 'n duidelike voorbeeld van die impak wat die aannames rakende die termyn en toekomstige water besparing kan hê op die besluit of 'n WAB/WB alternatief eerder as die opgradering van die infrastruktuur geïmplementeer word.

Vir die twee uiterste gevalle wissel die besluit tussen die implementering van WAB/WB en die opgradering van infrastruktuur en in elke geval is dit duidelik watter een die beste is. Vir die ander twee gevalle verskil die URV waardes tussen WAB/WB en infrastruktuur opgradering min en is die twee opsies gelyk.

4.4. OPTIMISERING VAN METER ONDERHOUDSPROGRAM.

In paragraaf 3.1.1.2.2. is die mees ekonomiese vervangingsperiode vir 'n meter onderhoudsprogram bepaal. In die ontleding is gemiddelde verwagte waardes vir die verskillende veranderlikes van die model gebruik. Die sensitiwiteit van die veranderlikes is getoets deur dit van 'n verwagte lae tot 'n verwagte hoë waarde te verander en die impak van die verandering op die (PER) en (TCOST) waardes te evalueer. 'n Grafiese voorstelling van die resultate verskyn in Bylae 3.

Die sensitiwiteit ontleding het getoon dat die verandering in (TFAIL) en (RFAIL) waardes geen impak op (PER) waarde het nie, terwyl daar 'n geringe impak (PER) weens die verandering in (B), (CRR) en (CTR) waardes is. Die waarde van (PER) kan egter meer as verdubbel vir variasies in die (CW), (MRATE) en (M) waardes en die korrektheid van hierdie waardes is dus noodsaaklik vir die optimisering van 'n meter onderhoudsprogram. Indien 'n bepaalde geval ontleed sou word, is akkurate waardes van gemiddelde verkoopprijs van die water (CW) asook die gemiddelde jaarlikse gemete waterverbruik (MRATE) bekend en dit kan akkuraat in die model ingevoer word. Die (M) waarde, wat die helling van die akkuraatheid / ouderdom kurwe verteenwoordig, is egter nie bekend nie en word deur die gebruik van waardes uit die literatuur aanvaar.

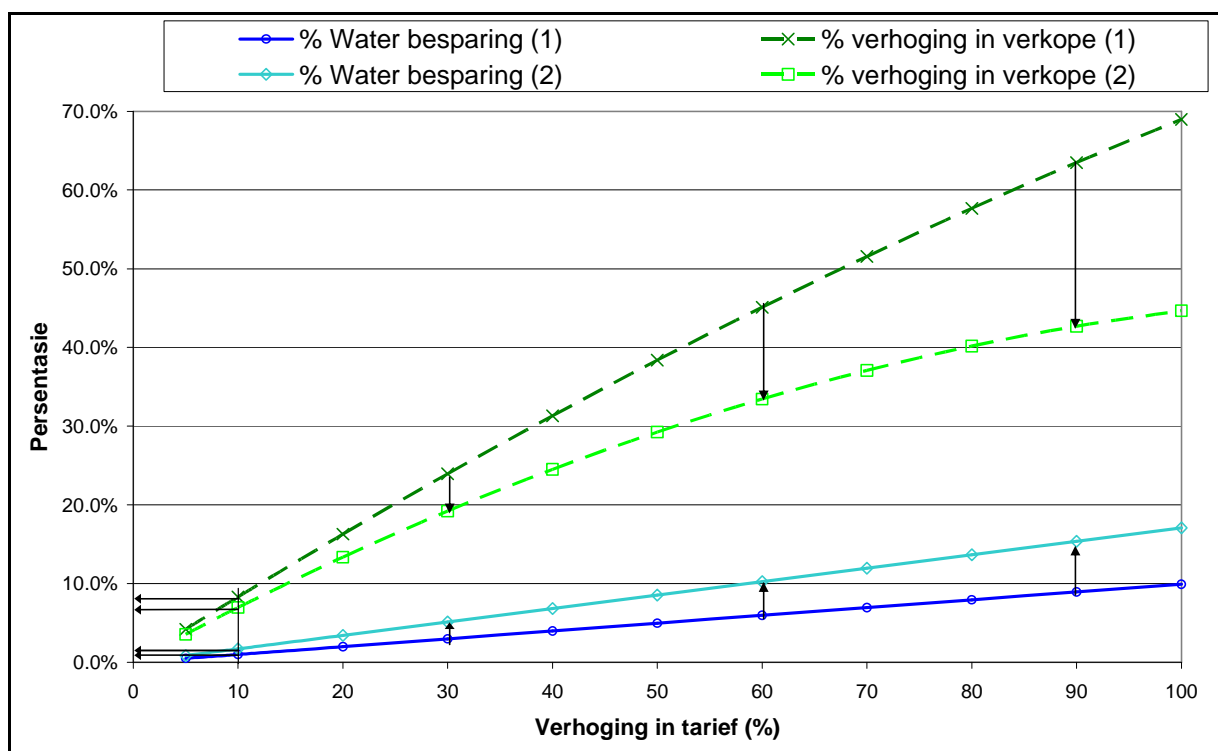
Alhoewel die (TCOST) waarde nie die optimisering van die meter onderhoudsprogram beïnvloed nie, is dit steeds belangrik vir die opstel van 'n jaarlikse begroting vir meter onderhoud. Die verandering in (TFAIL), (CRR) en (CTR) het 'n geringe impak op die (TCOST) waarde, terwyl die impak van die verandering van (RFAIL), (MRATE), (CW), (M) en (B) 'n groot verandering in (TCOST) veroorsaak. Die (B) waarde, wat die gemiddelde akkuraatheid by jaar 0 verteenwoordig, kan as akkuraat beskou word, indien watermeters wat aan die SANS spesifikasies voldoen, in die netwerk geïnstalleer is. Die (RFAIL) is 'n vooruitskatting van die verwagte watermeter falings en kan slegs as akkuraat beskou word indien 'n goeie rekord van geskiedkundige watermeter falings bestaan.

Om 'n optimum ekonomiese meter onderhoudsprogram te implementeer moet die akkuraatheid van watermeters uit die bestaande stelsel ontleed word om sodoende 'n

akkurate waarde van die (B) en (M) waardes te bepaal. Dit is ook noodsaaklik om rekord te hou van geskiedkundige falings van watermeters om sodoende 'n akkurate waarde van (RFAIL) in die model te gebruik.

4.5. VERWAGTE VERANDERING VAN WATER VERBRUIK WEENS WATER TARIEF VERHOGING VAN STAD KAAPSTAD.

In paragraaf 3.1.1.1.2. is die prys vasstelling model toegepas op die water tariewe van huishoudelike verbruikers gebaseer op waardes van die finansiële jaar 2009/10. Die verwagte impak van die voorgestelde tarief verhogings, sowel as groter verhogings, op die water verbruik en inkomste uit water verkope is ontleed. Die ontleding is gedoen vir twee verskillende prys elasticiteitsindeks waardes vir lae, middel en hoë inkomste verbruikers, wat aan die verskillende tarief blokke gekoppel is. In Figuur 4.4 is die resultate van beide die twee gevalle vir die persentasie verandering in verbruik, sowel as die persentasie verhoging in inkomste grafies voorgestel.



Figuur 4.4. Verandering in water verbruik en verkope weens prysvasstelling.

Uit Figuur 4.4. kan daar verskillende afleidings t.o.v. prysvasstelling gemaak word. Eerstens is dit duidelik dat 'n verhoging in die water tarief veroorsaak 'n toename in die verwagte water besparing veroorsaak en daar dus 'n verlaging in water verbruik is. Die prys elasticiteitsindeks waardes wat gebruik word bepaal die helling van hierdie afname in water

verbruik. Die verhoging in die water tarief veroorsaak ook 'n toename in die inkomste uit die waterverkope. Aangesien die koste verbonde aan die implementering van prysvasstelling gering is, die inkomste uit waterverkope verhoog en daar 'n besparing in waterverbruik is, sal die NPV altyd positief wees. Die implementering van prysvasstelling sal dus altyd ekonomies haalbaar wees.

Tweedens neem die persentasie water besparing toe met 'n verhoging in die absolute waarde van die prys elasticiteitsindeks vir 'n bepaalde verhoging in die water tarief. Soortgelyk neem die persentasie verhoging in inkomste af met 'n verhoging in die absolute waarde van die prys elasticiteitsindeks vir 'n bepaalde verhoging in die water tarief. Uit Figuur 4.4. is dit duidelik dat die impak van die verandering in prys elasticiteitsindeks waarde groter op die verandering in die inkomste verkry uit water verkope as op die verandering in die water besparing is. Die gebruik van die korrekte prys elasticiteitsindeks waardes is noodsaaklik om die korrekte verwagte impak op die water besparing sowel as die inkomste verkry uit die water verkope weens prysvasstelling, te bepaal. Die toename in persentasie water besparing vir hoër absolute prys elasticiteitsindeks waardes beteken dat vir prys vasstelling om 'n werklike impak op water verbruik te maak, groot absolute prys elasticiteitsindeks waardes benodig word.

Laastens wissel die verwagte besparing tussen 1% en 1.7% vir die voorgestelde 10% verhoging in water tariewe vir die twee gevalle. Soortgelyk wissel die verwagte inkomste uit die water verkope tussen 7% en 8.3%. Die besparing in water verbruik weens hierdie prys verhoging is laer as die verwagte natuurlike groei in water verbruik van tussen 2.1% en 2.8%. Die doel van die verhoging in water tarief is om infrastruktuur projekte te befonds. Dit kan wel bereik word deur 'n verhoging van tussen 7% en 8.3% in die inkomste uit water verkope, terwyl die water besparing nie eers die normale groei in water verbruik kan teenwerk nie.

5. GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS

Die doel van die studie was om die ekonomiese aspekte van WAB/WB te ondersoek en vas te stel of die implementering van WAB/WB alternatiewe 'n ekonomies alternatief vir die opgradering van infrastruktuur bied om in die groeiende water behoefte te voorsien. In die studie is modelle opgestel en vir die ekonomiese ontleding van WAB/WB alternatiewe gebruik. In die proses is tekortkominge gevind wat die ekonomiese ontleding van WAB/WB bemoeilik, terwyl die ekonomiese ontleding van WAB/WB projekte duidelike resultate lewer. Uit die studie kan die volgende bevindings en gevolgtrekkings gemaak word:

- Dit is moontlik om die impak van WAB/WB alternatiewe ekonomies te ontleed indien die kostes verbonde aan die implementering van die WAB/WB alternatief en die moontlike water besparing wat bereik kan word, bekend is. In die studie is gevind dat die beskikbaarheid van rekords rakende beide hierdie komponente nie altyd bygehou word waar WAB/WB projekte wel geïmplementeer word nie. Die grootste tekortkoming word gevind op die gebied van water besparing waar daar by verskeie projekte geen monitering van verbruik voor en na implementering van WAB/WB plaasvind nie.
- Dit is moontlik om die verwagte impak op die verandering in water verbruik van sekere van die WAB/WB alternatiewe te modelleer, waar hierdie WAB/WB alternatiewe 'n fisiese verandering in die funksionering van die stelsel meebring. In die modeleering van water verbruik verandering van WAB/WB alternatiewe soos bewusmaking, wat gedragspatrone van die end verbruiker aanspreek, is dit nie moontlik om water verbruik verandering akkuraat te beraam nie en kon dit dus nie in die studie ingesluit word nie.
- In die optimisering van 'n water meter onderhoudsprogram is gevind dat die mees kritiese impak op die effektiwiteit van 'n meter onderhoudsprogram deur die verband tussen ouderdom / akkuraatheid verwantskap van die water meters in die stelsel gemaak word. Inligting rakende hierdie verwantskap is verouderd en met die verandering in tegnologie het hierdie verwantskap moontlik verander, wat 'n impak op die akkuraatheid van die optimisering van 'n meteronderhoudsprogram het. Daar bestaan dus 'n behoefte vir die opdatering van hierdie verwantskap. Die koste van 'n meter onderhoudsprogram word deur die aantal meter falings gedryf. Dit is dus noodsaaklik dat voldoende rekords van hierdie falings gehou word.

- Die ekonomiese ondersoek en modellering van prysvasstelling het getoon dat prysvasstelling wel ekonomies haalbaar is. Die besparing wat egter verkry kan word uit die implementering van prysvasstelling is nie groot nie, tensy groot absolute waardes van prys elasticiteitsindeks waardes in die gebied bestaan. Pryvasstelling word dus in meeste gevalle beskou as 'n sekondêre voordeel tot 'n verhoging in inkomste.
- Die uitstel van kapitaal spandering model lewer 'n ideale oplossing om te bepaal of die implementering van 'n WAB/WB alternatief deel van 'n ondersoek kan vorm na moontlike alternatiewe om in 'n groeiende water behoefte te voorsien. Hierdie metode van evaluering is egter baie afhanklik van die ekonomiese toestand tydens evaluering.
- Die ontleding van geïmplementeerde WAB/WB projekte het getoon dat WAB/WB alternatiewe wel ekonomies haalbaar kan wees, asook 'n alternatief tot die opgradering van infrastruktuur bied. Daar is gevind dat nie alle geïmplementeerde WAB/WB projekte ekonomies haalbaar is nie en dit is dus noodsaaklik elke WAB/WB alternatief vir 'n bepaalde geval ontleed word alvorens dit as 'n moontlikheid beskou kan word.
- In die ontleding van geïmplementeerde WAB/WB projekte is ook gevind dat die termyn waaroor hierdie projekte ontleed word en die verandering in die water besparing wat verkry word uit die projek, 'n groot rol speel in gevalle waar die WAB/WB projek op die grens van ekonomies haalbaarheid val. Vir 'n konserwatiewe benadering kan 'n kort termyn met 'n dalende water besparing gebruik word.

Die volgende aanbevelings kan uit die bogenoemde gevolgtrekkings gemaak word:

- Met die implementering van WAB/WB projekte is dit noodsaaklik dat voldoende rekord van die verandering in water verbruik gehou word om sodoende die moontlikheid van implementering van toekomstige WAB/WB projekte te verbeter deur die onsekerhede rakende die impak WAB/WB alternatiewe op die water verbruik, te verminder.
- Die impak van WAB/WB alternatiewe, wat die gedragspatrone van die eind verbruiker verander, op die water verbruik moet verder ondersoek word.
- Die ouderdom / akkuraatheid verwantskap van water meters moet ondersoek word om die optimisering van meter onderhoudsprogramme te verbeter.

- Plaaslike owerhede en waterdiensverskaffers moet akkurate rekords hou van die water meter falings vir meer akkurate begroting van die meter onderhoudsprogram.
- Prysvasstelling kan slegs gebruik word as 'n WAB/WB alternatief indien gunstige prys elasticiteitsindeks waardes bestaan.
- Die uitstel van kapitaal spandering model kan gebruik word in voorlopige haalbaarheid studies om WAB/WB alternatiewe as 'n moontlike opsie vir implementering in te sluit.
- WAB/WB alternatiewe moet ekonomies ondersoek word as 'n moontlike alternatief indien die water behoefte die bestaande kapasiteit van voorsiening oorskry.

6. VERWYSINGS

Bailey, K. 2010. How to ensure long-term return on investments. *Water & Sanitation Africa*, Vol. 10(3): 60-63.

Beecher, J.A. 1995. *Integrated Resource Planning Fundamentals*. *Journal American Water Works Association*. Vol 86(6): 34-48.

Butler, D & Memon, FA. 2006. *Water Demand Management*. USA: Prentice-Hall International Inc.

Consumer Price Index [S.a] [Online].

Beskikbaar: <http://www.statssa.gov.za/keyindicators/cpi.asp> [2010 , November 15]

De Vallier, W. 1997. Unaccounted-for water: *Guidelines for the formulation of a policy and implementation of practical methods for the control thereof*. WRC Report No 489/2/97.

DWAF. 1997. *Die groter Hermanus waterbewaringsprogram*.

DWAF. 2001. *Norms and standards in respect of tariffs for water services in terms of section 10 (1) of the water services act (act no. 108 of 1997)*.

Fewkes, A. 2006. The technology, design and utility of rainwater catchment systems, in IWWA. *Water Demand Management*. USA: Prentice-Hall International Inc.

Flack, E. 1982. *Urban Water Conservation*. USA: American Society of Civil Engineers.

Frank, A. 2007. Decision support for water policy: a review of economic concepts and tools. IWA: 1 – 31.

Furumele, MS. 2004. *Least Cost Planning for the Water Services Sector in South Africa*. WRC Report. 1274/1/04.

Green, C. 2003. *Handbook of Water Economics: Principles and Practice*. UK: John Wiley & Sons Ltd.

Greyvenstein, B. & van Zyl, JE. 2007. An experimental investigation into pressure – leakage relationship of some failed water pipes. *Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA* Vol 56.2: 117 – 124.

Hodge, NW. 1996. *The Economic Management of Physical Assets*. UK: Mechanical Engineering Publications Limited London & Bury.

Increased Water and Sanitation Tariffs for necessary infrastructure upgrades. [S.a.] [Online]. Besikbaar:

<http://www.capetown.gov.za/en/MediaReleases/Pages/IncreasedWaterandSanitationTariffsfornecessaryinfrastructureupgrades.aspx> [2010, 22 Junie].

Jacobs, HE, Haarhoff, J. 2004. *Structure and data requirements of an end-use model for residential water demand and return flow*. Water SA Vol. 30. No. 3: 293 – 304

Jacobs, HE, Haarhoff, J. 2004. *Application of residential end-use model from estimated cold and hot water demand, wastewater flow and salinity*. Water SA Vol. 30. No. 3: 305 – 316

Johnson, EH, Stephens, A & Fakir, S. 2002. *Development of a Methodology to Determine the effectiveness of Water Conservation and Water Demand Management (WDM) measures*. WRC Report No. 1273/1/02.

Kent, J. 2010. Korrespondensie. 02 Augustus.

McKenzie, RS, 2001, *Development of a pragmatic approach to evaluate the potential savings from pressure management in potable water distribution systems in South Africa*. WRC Report No. TT 152/01.

McKenzie, RS, Buckle, H , Wegelin, WA, Meyer, N, 2003, *Water Demand Management Cookbook*.

McKenzie, RS, Meyer, N & Lambert, AO, 2002, *Calculating Hour-Day Factors for Potable water Distribution Systems in South Africa*. WRC Report No. TT 184/02.

McKenzie, R., Mostert, H., de Jager, T. 2004. *Leakage reduction through pressure management in Khayelitsha: Two years down the line*. Water SA Vol 30 No. 5: 13-17.

McKenzie, RS, Wegelegin,WA & Meyer, N, 2002, *Leakage reduction projects undertaken by Rand Water*. ISBN 0-620-29503-1.

Mullins, D, Mosaka, DD, Green, AB, Downing, R & Mapekula, PG. 2007. *A Manual for Cost Benefit Analysis in South Africa with Specific Reference to Water Resource Development*. WRC Report No. TT 305/07.

Noss, RR, Newman, GF & Male, JW. 1987. Optimal Testing Frequency for Domestic Water meters. Journal of Water Resource Planning & Management, Vol. 113, Nr. 1: 1 – 14.

Seago, CJ, McKenzie, RS. 2007. *Non-Revenue Water in South Africa*. WRC Report No. TT300/07.

Stephenson, D. 1999. *Demand management theory*. Water SA, Volume 25 No. 2.

Still, D, Erskine, S, Walker, N, Hazelton, D. *The Status of Drinking Water Conservation and Savings Devices in the Domestic and Commercial Environments in South Africa*. WRC Report No. TT358/08.

Thornton, J. 2002. *Water loss Control Manual*. USA: McGraw-Hill Companies Inc.

Thuesen, GJ & Fabrycky, WJ. 1993. *Engineering Economy*. USA: Prentice-Hall International Inc.

Trow, S & Farley, M., 2006. Developing a strategy for managing losses in water distribution networks, in IWWA. *Water Demand Management*. USA: Prentice-Hall International Inc.

Turner, A, White, S, Beatty, K & Gregory, A. 2005. *Results of the largest Residential Demand Management program in Australia*. International Conference of the Efficient Use and Management of Urban Water, Santiago, Chile, 15-17 March 2005, 1- 8.

Turner, A, White, S & Bickford, G. 2005. The Canberra Least Cost Planning Case Study. *IWA – Water Supply*, Vol 5: 257 – 263.

Van der Merwe, B. 2000. *Literature study on Water Demand Management and Water Demand Forecasting Models*. Rand Water.

Van Vuuren, DS, van Zyl, HJD, Veck, GA & Bill, MR. 2004. *Payment Strategies and Price Elasticity of Demand For Water for Different Income Groups in Three Selected Urban Areas*. WRC Report No. 1296/1/04.

Van Zyl, H & Leiman, A. 2002. *Development of a Framework for the Economic Evaluation of Water Conservation / Water Demand Management Measures with Specific Application to Decision-making in Cape Town*. WRC Report No. 1275/1/02.

Veck, GA & Bill, MR. *Estimation of the Residential Price Elasticity of Demand for Water by Means of the Contingent Valuation Approach*. WRC Report No. 790/1/00.

White S & Howe, C. 1998. *Water efficiency and reuse: A Least Cost Planning Approach*. 6th NSW Recycling Seminar.

BYLAE 1

Maandelikse VPI, REPO & PRIMA waardes (1995 – 2010)

| Datum | CPI Waarde | CPI % | REPO | PRIME | Effektiewe verdiskonteringskoers | |
|------------|---------------|----------|------|-------|----------------------------------|-------|
| | | | | | REPO | PRIMA |
| 01/08/1995 | 72.9 | 7.7 | | 18.5 | | 10.0% |
| 01/09/1995 | 72.9 | 6.6 | | 18.5 | | 11.2% |
| 01/10/1995 | 73.2 | 6.4 | | 18.5 | | 11.4% |
| 01/11/1995 | 73.7 | 6.4 | | 18.5 | | 11.4% |
| 01/12/1995 | 74.4 | 6.9 | | 18.5 | | 10.9% |
| 01/01/1996 | 74.9 | 6.8 | | 18.5 | | 11.0% |
| 01/02/1996 | 75.3 | 6.5 | | 18.5 | | 11.3% |
| 01/03/1996 | 75.8 | 6.2 | | 18.5 | | 11.6% |
| 01/04/1996 | 76.1 | 5.5 | | 19.5 | | 13.3% |
| 01/05/1996 | 76.6 | 5.8 | | 20.5 | | 13.9% |
| 01/06/1996 | 77.5 | 6.9 | | 20.5 | | 12.7% |
| 01/07/1996 | 77.8 | 7.1 | | 19.5 | | 11.6% |
| 01/08/1996 | 78.3 | 7.4 | | 19.5 | | 11.3% |
| 01/09/1996 | 79 | 8.3 | | 19.5 | | 10.3% |
| 01/10/1996 | 79.8 | 9 | | 19.25 | | 9.4% |
| 01/11/1996 | 80.4 | 9.1 | | 20.25 | | 10.2% |
| 01/12/1996 | 81.3 | 9.3 | | 20.25 | | 10.0% |
| 01/01/1997 | 81.9 | 9.3 | | 20.25 | | 10.0% |
| 01/02/1997 | 82.7 | 9.9 | | 20.25 | | 9.4% |
| 01/03/1997 | 83.1 | 9.6 | | 20.25 | | 9.7% |
| 01/04/1997 | 83.6 | 9.8 | | 20.25 | | 9.5% |
| 01/05/1997 | 84 | 9.5 | | 20.25 | | 9.8% |
| 01/06/1997 | 84.3 | 8.8 | | 20.25 | | 10.5% |
| 01/07/1997 | 84.9 | 9.1 | | 20.25 | | 10.2% |
| 01/08/1997 | 85.1 | 8.7 | | 20.25 | | 10.6% |
| 01/09/1997 | 85.4 | 8.1 | | 20.25 | | 11.2% |
| 01/10/1997 | 85.9 | 7.6 | | 19.25 | | 10.8% |
| 01/11/1997 | 85.9 | 6.9 | | 19.25 | | 11.6% |
| 01/12/1997 | 86.4 | 6.2 | | 19.25 | | 12.3% |
| 01/01/1998 | 86.6 | 5.7 | | 19.25 | | 12.8% |
| 01/02/1998 | 87.1 | 5.3 | | 19.25 | | 13.2% |
| 01/03/1998 | 87.6 | 5.4 | | 18.25 | | 12.2% |
| 01/04/1998 | 87.8 | 5 | | 18.25 | | 12.6% |
| 01/05/1998 | 88.3 | 5.1 | | 18.25 | | 12.5% |
| 01/06/1998 | 88.7 | 5.2 | | 20.25 | | 14.3% |
| 01/07/1998 | 90.5 | 6.6 | | 24 | | 16.3% |
| 01/08/1998 | 91.6 | 7.6 | | 25.5 | | 16.6% |
| 01/09/1998 | 93 | 9 | | 25.5 | | 15.1% |
| 01/10/1998 | 93.6 | 9 | | 24.5 | | 14.2% |
| 01/11/1998 | 94 | 9.3 | | 23.5 | | 13.0% |
| 01/12/1998 | 94.1 | 9 | | 23 | | 12.8% |
| 01/01/1999 | 94.4 | 8.9 | | 22 | | 12.0% |
| 01/02/1999 | 94.6 | 8.6 | | 21 | | 11.4% |
| 01/03/1999 | 94.3 | 7.9 | | 20 | | 11.2% |
| 01/04/1999 | 94.4 | 7.6 | | 19 | | 10.6% |
| 01/05/1999 | 94.4 | 7 | | 19 | | 11.2% |
| 01/06/1999 | 95 | 7.2 | | 18 | | 10.1% |
| 01/07/1999 | 94.9 | 4.9 | | 17.5 | | 12.0% |
| 01/08/1999 | 94.6 | 3.3 | | 16.5 | | 12.8% |
| 01/09/1999 | 95 | 1.9 | | 16.5 | | 14.3% |
| 01/10/1999 | 95.3 | 1.7 | | 15.5 | | 13.6% |
| 01/11/1999 | 95.7 | 1.9 | 12 | 15.5 | 9.9% | 13.3% |
| 01/12/1999 | 96.4 | 2.2 | 12 | 15.5 | 9.6% | 13.0% |

| Datum | CPI | CPI | REPO | PRIME | Effektiewe verdiskonteringskoers | |
|------------|--------|------|-------|-------|----------------------------------|-------|
| | Waarde | % | | | REPO | PRIMA |
| 01/01/2000 | 96.9 | 2.6 | 11.75 | 14.5 | 8.9% | 11.6% |
| 01/02/2000 | 96.7 | 2.3 | 11.75 | 14.5 | 9.2% | 11.9% |
| 01/03/2000 | 97.6 | 3.4 | 11.75 | 14.5 | 8.1% | 10.7% |
| 01/04/2000 | 98.6 | 4.5 | 11.75 | 14.5 | 6.9% | 9.6% |
| 01/05/2000 | 99.1 | 5.1 | 11.75 | 14.5 | 6.3% | 8.9% |
| 01/06/2000 | 99.9 | 5.2 | 11.75 | 14.5 | 6.2% | 8.8% |
| 01/07/2000 | 100.5 | 6 | 11.75 | 14.5 | 5.4% | 8.0% |
| 01/08/2000 | 101.1 | 6.9 | 11.75 | 14.5 | 4.5% | 7.1% |
| 01/09/2000 | 101.5 | 6.9 | 11.75 | 14.5 | 4.5% | 7.1% |
| 01/10/2000 | 102 | 7 | 12 | 14.5 | 4.7% | 7.0% |
| 01/11/2000 | 102.6 | 7 | 12 | 14.5 | 4.7% | 7.0% |
| 01/12/2000 | 103.1 | 7 | 12 | 14.5 | 4.7% | 7.0% |
| 01/01/2001 | 103.8 | 7.1 | 12 | 14.5 | 4.6% | 6.9% |
| 01/02/2001 | 104.3 | 7.8 | 12 | 14.5 | 3.9% | 6.2% |
| 01/03/2001 | 104.7 | 7.4 | 12 | 14.5 | 4.3% | 6.6% |
| 01/04/2001 | 105.1 | 6.5 | 12 | 14.5 | 5.2% | 7.5% |
| 01/05/2001 | 105.5 | 6.4 | 12 | 14.5 | 5.3% | 7.6% |
| 01/06/2001 | 106.1 | 6.3 | 11 | 13.75 | 4.4% | 7.0% |
| 01/07/2001 | 105.8 | 5.3 | 11 | 13.5 | 5.4% | 7.8% |
| 01/08/2001 | 105.9 | 4.6 | 11 | 13.5 | 6.1% | 8.5% |
| 01/09/2001 | 106 | 4.4 | 10 | 13 | 5.4% | 8.2% |
| 01/10/2001 | 106 | 4 | 10 | 13 | 5.8% | 8.7% |
| 01/11/2001 | 107 | 4.3 | 10 | 13 | 5.5% | 8.3% |
| 01/12/2001 | 107.8 | 4.6 | 10 | 13 | 5.2% | 8.0% |
| 01/01/2002 | 109 | 5 | 10.5 | 14 | 5.2% | 8.6% |
| 01/02/2002 | 110.5 | 5.9 | 10.5 | 14 | 4.3% | 7.6% |
| 01/03/2002 | 111.2 | 6.2 | 11.5 | 15 | 5.0% | 8.3% |
| 01/04/2002 | 112.7 | 7.4 | 11.5 | 15 | 3.8% | 7.1% |
| 01/05/2002 | 113.8 | 7.8 | 11.5 | 15 | 3.4% | 6.7% |
| 01/06/2002 | 114.7 | 8 | 12.5 | 16 | 4.2% | 7.4% |
| 01/07/2002 | 115.9 | 9.6 | 12.5 | 16 | 2.6% | 5.8% |
| 01/08/2002 | 116.8 | 10.4 | 12.5 | 16 | 1.9% | 5.1% |
| 01/09/2002 | 117.9 | 11.2 | 13.5 | 17 | 2.1% | 5.2% |
| 01/10/2002 | 119.9 | 13 | 13.5 | 17 | 0.4% | 3.5% |
| 01/11/2002 | 120.7 | 12.9 | 13.5 | 17 | 0.5% | 3.6% |
| 01/12/2002 | 121.2 | 12.4 | 13.5 | 17 | 1.0% | 4.1% |
| 01/01/2003 | 121.7 | 11.6 | 13.5 | 17 | 1.7% | 4.8% |
| 01/02/2003 | 121.8 | 10.3 | 13.5 | 17 | 2.9% | 6.1% |
| 01/03/2003 | 122.6 | 10.2 | 13.5 | 17 | 3.0% | 6.2% |
| 01/04/2003 | 122.6 | 8.8 | 13.5 | 17 | 4.3% | 7.5% |
| 01/05/2003 | 122.6 | 7.8 | 13.5 | 17 | 5.3% | 8.5% |
| 01/06/2003 | 122.4 | 6.7 | 12 | 15.5 | 5.0% | 8.2% |
| 01/07/2003 | 122 | 5.2 | 12 | 15.5 | 6.5% | 9.8% |
| 01/08/2003 | 122.8 | 5.1 | 11 | 14.5 | 5.6% | 8.9% |
| 01/09/2003 | 122.2 | 3.7 | 10 | 13.5 | 6.1% | 9.5% |
| 01/10/2003 | 121.8 | 1.5 | 8.5 | 12 | 6.9% | 10.3% |
| 01/11/2003 | 121.2 | 0.4 | 8.5 | 12 | 8.1% | 11.6% |
| 01/12/2003 | 121.6 | 0.3 | 8 | 11.5 | 7.7% | 11.2% |
| 01/01/2004 | 121.9 | 0.2 | 8 | 11.5 | 7.8% | 11.3% |
| 01/02/2004 | 122.8 | 0.7 | 8 | 11.5 | 7.2% | 10.7% |
| 01/03/2004 | 123 | 0.4 | 8 | 11.5 | 7.6% | 11.1% |
| 01/04/2004 | 123.1 | 0.2 | 8 | 11.5 | 7.8% | 11.3% |
| 01/05/2004 | 123.3 | 0.6 | 8 | 11.5 | 7.4% | 10.8% |
| 01/06/2004 | 123.7 | 1.2 | 8 | 11.5 | 6.7% | 10.2% |
| 01/07/2004 | 123.9 | 1.6 | 8 | 11.5 | 6.3% | 9.7% |

| Datum | CPI | CPI | REPO | PRIME | Effektiewe verdiskonteringskoers | |
|------------|--------|------|------|-------|----------------------------------|-------|
| | Waarde | % | | | REPO | PRIMA |
| 01/08/2004 | 123.9 | 1 | 7.5 | 11 | 6.4% | 9.9% |
| 01/09/2004 | 123.9 | 1.3 | 7.5 | 11 | 6.1% | 9.6% |
| 01/10/2004 | 124.6 | 2.4 | 7.5 | 11 | 5.0% | 8.4% |
| 01/11/2004 | 125.7 | 3.7 | 7.5 | 11 | 3.7% | 7.0% |
| 01/12/2004 | 125.8 | 3.4 | 7.5 | 11 | 4.0% | 7.4% |
| 01/01/2005 | 125.6 | 3 | 7.5 | 11 | 4.4% | 7.8% |
| 01/02/2005 | 126 | 2.6 | 7.5 | 11 | 4.8% | 8.2% |
| 01/03/2005 | 126.8 | 3 | 7.5 | 11 | 4.4% | 7.8% |
| 01/04/2005 | 127.2 | 3.4 | 7 | 10.5 | 3.5% | 6.9% |
| 01/05/2005 | 127.4 | 3.3 | 7 | 10.5 | 3.6% | 7.0% |
| 01/06/2005 | 127.3 | 2.8 | 7 | 10.5 | 4.1% | 7.5% |
| 01/07/2005 | 128.1 | 3.4 | 7 | 10.5 | 3.5% | 6.9% |
| 01/08/2005 | 128.7 | 3.9 | 7 | 10.5 | 3.0% | 6.4% |
| 01/09/2005 | 129.2 | 4.4 | 7 | 10.5 | 2.5% | 5.8% |
| 01/10/2005 | 129.6 | 4 | 7 | 10.5 | 2.9% | 6.3% |
| 01/11/2005 | 129.9 | 3.4 | 7 | 10.5 | 3.5% | 6.9% |
| 01/12/2005 | 130.3 | 3.6 | 7 | 10.5 | 3.3% | 6.7% |
| 01/01/2006 | 130.6 | 4 | 7 | 10.5 | 2.9% | 6.3% |
| 01/02/2006 | 130.9 | 3.9 | 7 | 10.5 | 3.0% | 6.4% |
| 01/03/2006 | 131.2 | 3.4 | 7 | 10.5 | 3.5% | 6.9% |
| 01/04/2006 | 131.4 | 3.3 | 7 | 10.5 | 3.6% | 7.0% |
| 01/05/2006 | 132.3 | 3.9 | 7 | 10.5 | 3.0% | 6.4% |
| 01/06/2006 | 133.5 | 4.9 | 7.5 | 11 | 2.5% | 5.8% |
| 01/07/2006 | 134.4 | 5 | 7.5 | 11 | 2.4% | 5.7% |
| 01/08/2006 | 135.7 | 5.4 | 8 | 11.5 | 2.5% | 5.8% |
| 01/09/2006 | 135.9 | 5.3 | 8 | 11.5 | 2.6% | 5.9% |
| 01/10/2006 | 136.6 | 5.4 | 8.5 | 12 | 2.9% | 6.3% |
| 01/11/2006 | 137.1 | 5.4 | 8.5 | 12 | 2.9% | 6.3% |
| 01/12/2006 | 137.8 | 5.8 | 9 | 12.5 | 3.0% | 6.3% |
| 01/01/2007 | 138.4 | 6 | 9 | 12.5 | 2.8% | 6.1% |
| 01/02/2007 | 138.4 | 5.7 | 9 | 12.5 | 3.1% | 6.4% |
| 01/03/2007 | 139.1 | 6.1 | 9 | 12.5 | 2.7% | 6.0% |
| 01/04/2007 | 140.6 | 7 | 9 | 12.5 | 1.9% | 5.1% |
| 01/05/2007 | 141.5 | 6.9 | 9 | 12.5 | 2.0% | 5.2% |
| 01/06/2007 | 142.8 | 7 | 9.5 | 13 | 2.3% | 5.6% |
| 01/07/2007 | 143.8 | 7 | 9.5 | 13 | 2.3% | 5.6% |
| 01/08/2007 | 144.9 | 6.7 | 10 | 13.5 | 3.1% | 6.4% |
| 01/09/2007 | 145.7 | 7.2 | 10 | 13.5 | 2.6% | 5.9% |
| 01/10/2007 | 147.3 | 7.9 | 10.5 | 14 | 2.4% | 5.7% |
| 01/11/2007 | 148.6 | 8.4 | 10.5 | 14 | 1.9% | 5.2% |
| 01/12/2007 | 150.2 | 9 | 11 | 14.5 | 1.8% | 5.0% |
| 01/01/2008 | 151.2 | 9.3 | 11 | 14.5 | 1.6% | 4.8% |
| 01/02/2008 | 152.1 | 9.8 | 11 | 14.5 | 1.1% | 4.3% |
| 01/03/2008 | 153.9 | 10.6 | 11 | 14.5 | 0.4% | 3.5% |
| 01/04/2008 | 156 | 11.1 | 11.5 | 15 | 0.4% | 3.5% |
| 01/05/2008 | 158.4 | 11.7 | 11.5 | 15 | -0.2% | 3.0% |
| 01/06/2008 | 160.3 | 12.2 | 12 | 15.5 | -0.2% | 2.9% |
| 01/07/2008 | 163.1 | 13.4 | 12 | 15.5 | -1.2% | 1.9% |
| 01/08/2008 | 164.3 | 13.7 | 12 | 15.5 | -1.5% | 1.6% |
| 01/09/2008 | 164.8 | 13.1 | 12 | 15.5 | -1.0% | 2.1% |
| 01/10/2008 | 165 | 12.1 | 12 | 15.5 | -0.1% | 3.0% |
| 01/11/2008 | 164.6 | 10.8 | 12 | 15.5 | 1.1% | 4.2% |
| 01/12/2008 | 164.3 | 9.4 | 11.5 | 15 | 1.9% | 5.1% |

| Datum | CPI | CPI | REPO | PRIME | Effektiewe verdiskonteringskoers | |
|------------|--------|-----|------|-------|----------------------------------|-------|
| | Waarde | % | | | REPO | PRIMA |
| 01/01/2009 | 165 | 9.1 | 11.5 | 15 | 2.2% | 5.4% |
| 01/02/2009 | 166.9 | 9.7 | 10.5 | 14 | 0.7% | 3.9% |
| 01/03/2009 | 169.1 | 9.9 | 9.5 | 13 | -0.4% | 2.8% |
| 01/04/2009 | 169.9 | 8.9 | 9.5 | 13 | 0.6% | 3.8% |
| 01/05/2009 | 170.6 | 7.7 | 8.5 | 12 | 0.7% | 4.0% |
| 01/06/2009 | 171.2 | 6.8 | 8.5 | 12 | 1.6% | 4.9% |
| 01/07/2009 | 173.1 | 6.1 | 8.5 | 12 | 2.3% | 5.6% |
| 01/08/2009 | 173.6 | 5.7 | 7 | 10.5 | 1.2% | 4.5% |
| 01/09/2009 | 174.2 | 5.7 | 7 | 10.5 | 1.2% | 4.5% |
| 01/10/2009 | 174.2 | 5.6 | 7 | 10.5 | 1.3% | 4.6% |
| 01/11/2009 | 174.2 | 5.8 | 7 | 10.5 | 1.1% | 4.4% |
| 01/12/2009 | 174.7 | 6.3 | 7 | 10.5 | 0.7% | 4.0% |
| 01/01/2010 | 175.2 | 6.2 | 7 | 10.5 | 0.8% | 4.0% |
| 01/02/2010 | 176.3 | 5.6 | 7 | 10.5 | 1.3% | 4.6% |
| 01/03/2010 | 177.8 | 5.1 | 6.5 | 10 | 1.3% | 4.7% |
| 01/04/2010 | 178.1 | 4.8 | 6.5 | 10 | 1.6% | 5.0% |
| 01/05/2010 | 178.4 | 4.6 | 6.5 | 10 | 1.8% | 5.2% |
| 01/06/2010 | 178.4 | 4.2 | 6.5 | 10 | 2.2% | 5.6% |
| 01/07/2010 | 179.5 | 3.7 | 6.5 | 10 | 2.7% | 6.1% |
| Laaste 10 | | 6.2 | 9.6 | 13.0 | 3.2% | 6.4% |
| Laaste 15 | | 6.3 | 9.8 | 15.0 | 3.2% | 8.1% |

BYLAE 2

**Prysvasstelling model :
Tarief verhoging van Stad Kaapstad vir 2010/11**

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys- elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|----------------------------|------|----------|---------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | -0.11 | 0.05 | -0.0055 | 5 753 |
| B | 7 | - | 12 | R 4.38 /kl | -0.11 | 0.05 | -0.0055 | 4 610 |
| C | 13 | - | 20 | R 9.35 /kl | -0.101 | 0.05 | -0.00505 | 5 029 |
| D | 21 | - | 40 | R 13.85 /kl | -0.101 | 0.05 | -0.00505 | 9 104 |
| E | 41 | - | 50 | R 17.10 /kl | -0.087 | 0.05 | -0.00435 | 778 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 25 274 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 206,634.45

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 208,371.41

Verwagte waterbesparing 1 512 m³
0.5%

Geval 1: dP/P = 5%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys- elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|----------------------------|------|---------|---------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | -0.11 | 0.10 | -0.011 | 5 748 |
| B | 7 | - | 12 | R 4.59 /kl | -0.11 | 0.10 | -0.011 | 4 601 |
| C | 13 | - | 20 | R 9.79 /kl | -0.101 | 0.10 | -0.0101 | 5 020 |
| D | 21 | - | 40 | R 14.51 /kl | -0.101 | 0.10 | -0.0101 | 9 023 |
| E | 41 | - | 50 | R 17.92 /kl | -0.087 | 0.10 | -0.0087 | 757 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 25 149 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 214,793.21

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 216,598.75

Verwagte waterbesparing 3 012 m³
1.0%

Geval 1 : dP/P = 10%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys- elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|----------------------------|------|---------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | -0.11 | 0.20 | -0.022 | 5 737 |
| B | 7 | - | 12 | R 5.00 /kl | -0.11 | 0.20 | -0.022 | 4 583 |
| C | 13 | - | 20 | R 10.68 /kl | -0.101 | 0.20 | -0.0202 | 5 002 |
| D | 21 | - | 40 | R 15.83 /kl | -0.101 | 0.20 | -0.0202 | 8 859 |
| E | 41 | - | 50 | R 19.55 /kl | -0.087 | 0.20 | -0.0174 | 715 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 24 896 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 230,620.61

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 232,559.20

Verwagte waterbesparing 6 048 m³
2.0%

Geval 1: dP/P = 20%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys- elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|----------------------------|------|---------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | -0.11 | 0.30 | -0.033 | 5 727 |
| B | 7 | - | 12 | R 5.42 /kl | -0.11 | 0.30 | -0.033 | 4 565 |
| C | 13 | - | 20 | R 11.57 /kl | -0.101 | 0.30 | -0.0303 | 4 983 |
| D | 21 | - | 40 | R 17.15 /kl | -0.101 | 0.30 | -0.0303 | 8 696 |
| E | 41 | - | 50 | R 21.18 /kl | -0.087 | 0.30 | -0.0261 | 673 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 24 644 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 245,837.06

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 247,903.56

Verwagte waterbesparing 9 072 m³
3.0%

Geval 1 : dP/P = 30%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|------------------------|------|---------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | -0.11 | 0.40 | -0.044 | 5 716 |
| B | 7 | - | 12 | R 5.84 /kl | -0.11 | 0.40 | -0.044 | 4 547 |
| C | 13 | - | 20 | R 12.46 /kl | -0.101 | 0.40 | -0.0404 | 4 964 |
| D | 21 | - | 40 | R 18.47 /kl | -0.101 | 0.40 | -0.0404 | 8 532 |
| E | 41 | - | 50 | R 22.81 /kl | -0.087 | 0.40 | -0.0348 | 631 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 24 390 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 260,419.35

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 262,608.42

Verwagte waterbesparing 12 120 m³
4.0%

Geval 1: dP/P = 40%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|------------------------|------|---------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.02 /kl | -0.11 | 0.50 | -0.055 | 5 705 |
| B | 7 | - | 12 | R 6.26 /kl | -0.11 | 0.50 | -0.055 | 4 530 |
| C | 13 | - | 20 | R 13.35 /kl | -0.101 | 0.50 | -0.0505 | 4 946 |
| D | 21 | - | 40 | R 19.79 /kl | -0.101 | 0.50 | -0.0505 | 8 369 |
| E | 41 | - | 50 | R 24.44 /kl | -0.087 | 0.50 | -0.0435 | 590 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 24 140 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 274,447.14

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 276,754.13

Verwagte waterbesparing 15 120 m³
5.0%

Geval 1 : dP/P = 50%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys- elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|----------------------------|------|---------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.02 /kl | -0.11 | 0.60 | -0.066 | 5 695 |
| B | 7 | - | 12 | R 6.67 /kl | -0.11 | 0.60 | -0.066 | 4 512 |
| C | 13 | - | 20 | R 14.24 /kl | -0.101 | 0.60 | -0.0606 | 4 927 |
| D | 21 | - | 40 | R 21.10 /kl | -0.101 | 0.60 | -0.0606 | 8 205 |
| E | 41 | - | 50 | R 26.06 /kl | -0.087 | 0.60 | -0.0522 | 548 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 23 887 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 287,797.06

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 290,216.27

Verwagte waterbesparing 18 156 m³
6.0%

Geval 1: dP/P = 60%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys- elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|----------------------------|------|---------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.02 /kl | -0.11 | 0.70 | -0.077 | 5 684 |
| B | 7 | - | 12 | R 7.09 /kl | -0.11 | 0.70 | -0.077 | 4 494 |
| C | 13 | - | 20 | R 15.13 /kl | -0.101 | 0.70 | -0.0707 | 4 909 |
| D | 21 | - | 40 | R 22.42 /kl | -0.101 | 0.70 | -0.0707 | 8 042 |
| E | 41 | - | 50 | R 27.69 /kl | -0.087 | 0.70 | -0.0609 | 506 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 23 635 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 300,566.19

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 303,092.74

Verwagte waterbesparing 21 180 m³
6.9%

Geval 1 : dP/P = 70%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep
(Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys- elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|----------------------------|------|---------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.02 /kl | -0.11 | 0.80 | -0.088 | 5 674 |
| B | 7 | - | 12 | R 7.51 /kl | -0.11 | 0.80 | -0.088 | 4 476 |
| C | 13 | - | 20 | R 16.02 /kl | -0.101 | 0.80 | -0.0808 | 4 890 |
| D | 21 | - | 40 | R 23.74 /kl | -0.101 | 0.80 | -0.0808 | 7 878 |
| E | 41 | - | 50 | R 29.32 /kl | -0.087 | 0.80 | -0.0696 | 464 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 23 382 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : **R 312,681.67**

Vewagte totale jaarlikse verkope : **R 315,310.06**

Verwagte waterbesparing **24 216 m³**
7.9%

Geval 1: dP/P = 80%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep
(Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys- elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|----------------------------|------|---------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.02 /kl | -0.11 | 0.90 | -0.099 | 5 663 |
| B | 7 | - | 12 | R 7.92 /kl | -0.11 | 0.90 | -0.099 | 4 458 |
| C | 13 | - | 20 | R 16.91 /kl | -0.101 | 0.90 | -0.0909 | 4 872 |
| D | 21 | - | 40 | R 25.06 /kl | -0.101 | 0.90 | -0.0909 | 7 715 |
| E | 41 | - | 50 | R 30.95 /kl | -0.087 | 0.90 | -0.0783 | 423 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 23 131 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : **R 324,251.74**

Vewagte totale jaarlikse verkope : **R 326,977.39**

Verwagte waterbesparing **27 228 m³**
8.9%

Geval 1 : dP/P = 90%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| | Tarief groep | | | Prys |
|---|--------------|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| | Tarief groep | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | inkomste |
|---------|--------------|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| | Tarief groep | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|--------|--------------|---|----|-------------|------------------------|------|---------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | -0.14 | 0.05 | -0.007 | 5 751 |
| B | 7 | - | 12 | R 4.38 /kl | -0.14 | 0.05 | -0.007 | 4 607 |
| C | 13 | - | 20 | R 9.35 /kl | -0.17 | 0.05 | -0.0085 | 5 023 |
| D | 21 | - | 40 | R 13.85 /kl | -0.17 | 0.05 | -0.0085 | 9 048 |
| E | 41 | - | 50 | R 17.10 /kl | -0.19 | 0.05 | -0.0095 | 753 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 25 182 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling :

R 205,362.03

Vewagte totale jaarlikse verkope :

R 207,088.30

Verwagte waterbesparing

2 616 m³
0.9%

Geval 2: dP/P = 5%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep

(Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|------------------------|------|--------|---------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | -0.14 | 0.10 | -0.014 | 5 745 |
| B | 7 | - | 12 | R 4.59 /kl | -0.14 | 0.10 | -0.014 | 4 596 |
| C | 13 | - | 20 | R 9.79 /kl | -0.17 | 0.10 | -0.017 | 5 008 |
| D | 21 | - | 40 | R 14.51 /kl | -0.17 | 0.10 | -0.017 | 8 911 |
| E | 41 | - | 50 | R 17.92 /kl | -0.19 | 0.10 | -0.019 | 707 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 24 967 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling :

R 212,131.80

Vewagte totale jaarlikse verkope :

R 213,914.97

Verwagte waterbesparing

5 196 m³
1.7%

Geval 2 : dP/P = 10%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|------------------------|------|--------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | -0.14 | 0.20 | -0.028 | 5 731 |
| B | 7 | - | 12 | R 5.00 /kl | -0.14 | 0.20 | -0.028 | 4 573 |
| C | 13 | - | 20 | R 10.68 /kl | -0.17 | 0.20 | -0.034 | 4 976 |
| D | 21 | - | 40 | R 15.83 /kl | -0.17 | 0.20 | -0.034 | 8 636 |
| E | 41 | - | 50 | R 19.55 /kl | -0.19 | 0.20 | -0.038 | 616 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 24 532 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 224,827.92

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 226,717.82

Verwagte waterbesparing 10 416 m³
3.4%

Geval 2: dP/P = 20%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|------------------------|------|--------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | -0.14 | 0.30 | -0.042 | 5 718 |
| B | 7 | - | 12 | R 5.42 /kl | -0.14 | 0.30 | -0.042 | 4 551 |
| C | 13 | - | 20 | R 11.57 /kl | -0.17 | 0.30 | -0.051 | 4 945 |
| D | 21 | - | 40 | R 17.15 /kl | -0.17 | 0.30 | -0.051 | 8 361 |
| E | 41 | - | 50 | R 21.18 /kl | -0.19 | 0.30 | -0.057 | 525 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 24 100 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 236,442.95

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 238,430.48

Verwagte waterbesparing 15 600 m³
5.1%

Geval 2 : dP/P = 30%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|------------------------|------|--------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl | -0.14 | 0.40 | -0.056 | 5 704 |
| B | 7 | - | 12 | R 5.84 /kl | -0.14 | 0.40 | -0.056 | 4 528 |
| C | 13 | - | 20 | R 12.46 /kl | -0.17 | 0.40 | -0.068 | 4 914 |
| D | 21 | - | 40 | R 18.47 /kl | -0.17 | 0.40 | -0.068 | 8 085 |
| E | 41 | - | 50 | R 22.81 /kl | -0.19 | 0.40 | -0.076 | 434 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 23 665 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 246,938.17

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 249,013.93

Verwagte waterbesparing 20 820 m³
6.8%

Geval 2: dP/P = 40%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|------------------------|------|--------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.02 /kl | -0.14 | 0.50 | -0.07 | 5 691 |
| B | 7 | - | 12 | R 6.26 /kl | -0.14 | 0.50 | -0.07 | 4 505 |
| C | 13 | - | 20 | R 13.35 /kl | -0.17 | 0.50 | -0.085 | 4 882 |
| D | 21 | - | 40 | R 19.79 /kl | -0.17 | 0.50 | -0.085 | 7 810 |
| E | 41 | - | 50 | R 24.44 /kl | -0.19 | 0.50 | -0.095 | 343 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 23 231 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 256,340.90

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 258,495.69

Verwagte waterbesparing 26 028 m³
8.5%

Geval 2 : dP/P = 50%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|------------------------|------|--------|---------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.02 /kl | -0.14 | 0.60 | -0.084 | 5 678 |
| B | 7 | - | 12 | R 6.67 /kl | -0.14 | 0.60 | -0.084 | 4 483 |
| C | 13 | - | 20 | R 14.24 /kl | -0.17 | 0.60 | -0.102 | 4 851 |
| D | 21 | - | 40 | R 21.10 /kl | -0.17 | 0.60 | -0.102 | 7 535 |
| E | 41 | - | 50 | R 26.06 /kl | -0.19 | 0.60 | -0.114 | 251 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 22 798 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 264,640.37

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 266,864.93

Verwagte waterbesparing 31 224 m³
10.2%

Geval 2: dP/P = 60%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|------------------------|------|--------|---------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.02 /kl | -0.14 | 0.70 | -0.098 | 5 664 |
| B | 7 | - | 12 | R 7.09 /kl | -0.14 | 0.70 | -0.098 | 4 460 |
| C | 13 | - | 20 | R 15.13 /kl | -0.17 | 0.70 | -0.119 | 4 820 |
| D | 21 | - | 40 | R 22.42 /kl | -0.17 | 0.70 | -0.119 | 7 260 |
| E | 41 | - | 50 | R 27.69 /kl | -0.19 | 0.70 | -0.133 | 160 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 22 364 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 271,861.69

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 274,146.95

Verwagte waterbesparing 36 432 m³
12.0%

Geval 2 : dP/P = 70%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|------------------------|------|--------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.02 /kl | -0.14 | 0.80 | -0.112 | 5 651 |
| B | 7 | - | 12 | R 7.51 /kl | -0.14 | 0.80 | -0.112 | 4 437 |
| C | 13 | - | 20 | R 16.02 /kl | -0.17 | 0.80 | -0.136 | 4 789 |
| D | 21 | - | 40 | R 23.74 /kl | -0.17 | 0.80 | -0.136 | 6 985 |
| E | 41 | - | 50 | R 29.32 /kl | -0.19 | 0.80 | -0.152 | 69 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 21 931 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 277,986.71

Vewagte totale jaarlikse verkope : R 280,323.45

Verwagte waterbesparing 41 628 m³
13.7%

Geval 2: dP/P = 80%

VERWAGTE IMPAK VAN WATER TARIEF VERANDERING OP VERBRUIK & INKOMSTE

Stelsel inligting

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Aantal waterverbruikers | 1 000 |
| Totale Jaarlikse waterverbruik | 304 800 |
| Totale Jaarlikse waterverkope | R 200,000.00 |

Huidige water tarief

| Tarief groep | | | | Prys |
|--------------|----|---|----|-------------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.01 /kl |
| B | 7 | - | 12 | R 4.17 /kl |
| C | 13 | - | 20 | R 8.90 /kl |
| D | 21 | - | 40 | R 13.19 /kl |
| E | 41 | - | 50 | R 16.29 /kl |
| F | 51 | - | | R 17.76 /kl |

Aantal verbruikers in elke tarief groep (Gemiddelde top verbruiker)

| Tarief groep | | | | N Verbruikers | Basiese verbruik | Add verbruik | Verwagte maandelikse verbruik | Verwagte maandelikse inkomste |
|----------------|----|---|----|---------------|------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|
| A | 0 | - | 6 | 200 | 4 800 | 958 | 5 758 | R 57.58 |
| B | 7 | - | 12 | 150 | 3 900 | 719 | 4 619 | R 19,259.58 |
| C | 13 | - | 20 | 100 | 4 400 | 639 | 5 039 | R 44,844.96 |
| D | 21 | - | 40 | 450 | 2 000 | 7 186 | 9 186 | R 121,163.95 |
| E | 41 | - | 50 | 100 | | 798 | 798 | R 13,006.74 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal* | | | | 1 000 | 15 100 | 10 300 | 25 400 | R 198,332.82 |

Nuwe water tarief

| Tarief groep | | | | Prys | Gem. prys-elastisiteit | dP/P | dQ/Q | Qn |
|---------------|----|---|----|-------------|------------------------|------|--------|--------|
| A | 0 | - | 6 | R 0.02 /kl | -0.14 | 0.90 | -0.126 | 5 637 |
| B | 7 | - | 12 | R 7.92 /kl | -0.14 | 0.90 | -0.126 | 4 415 |
| C | 13 | - | 20 | R 16.91 /kl | -0.17 | 0.90 | -0.153 | 4 757 |
| D | 21 | - | 40 | R 25.06 /kl | -0.17 | 0.90 | -0.153 | 6 710 |
| E | 41 | - | 50 | R 30.95 /kl | -0.19 | 0.90 | -0.171 | - 22 |
| F | 51 | - | | | | | | |
| Totaal | | | | | | | | 21 497 |

Berekende gemiddelde maandelikse inkomste weens prysvasstelling : R 283,006.41

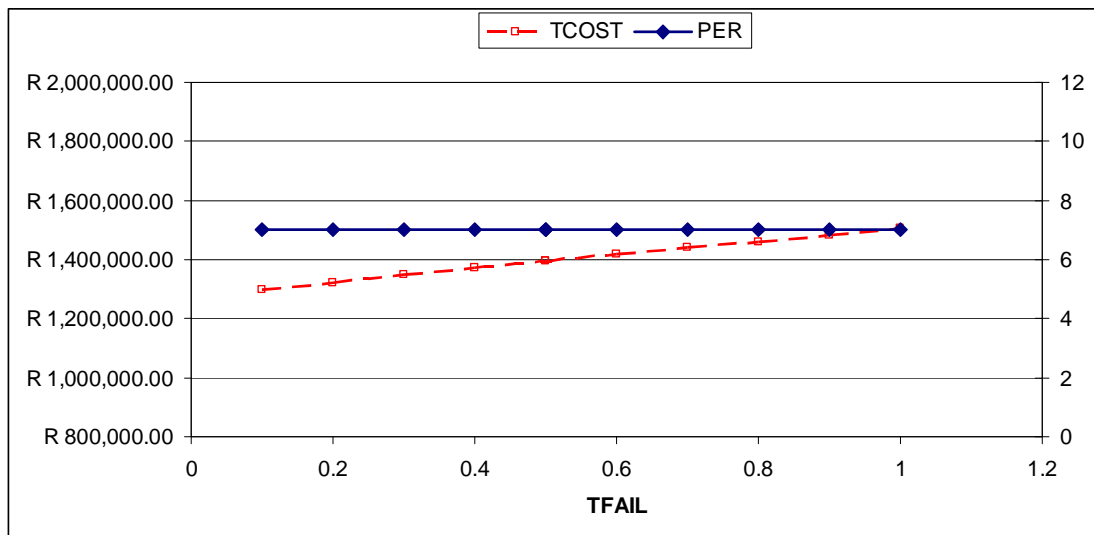
Vewagte totale jaarlikse verkope : R 285,385.35

Verwagte waterbesparing 46 836 m³
15.4%

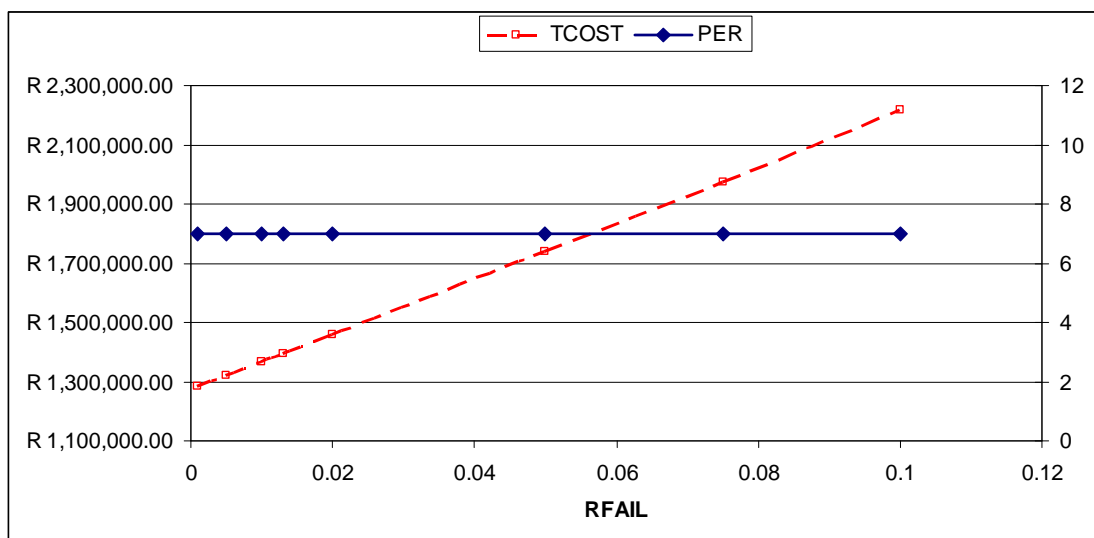
Geval 2 : dP/P = 90%

BYLAE 3

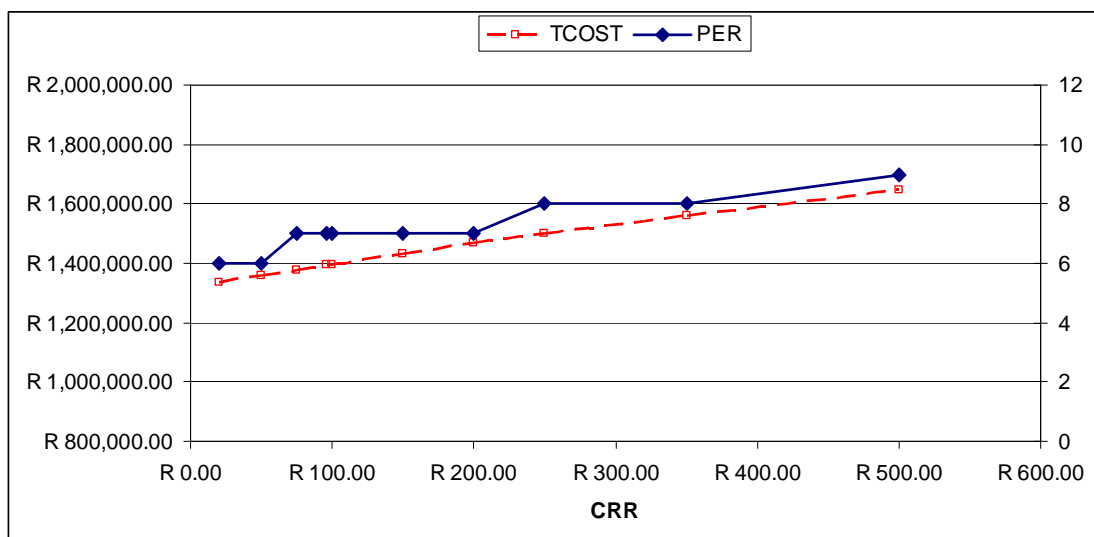
Meter onderhoudsprogram grafieke



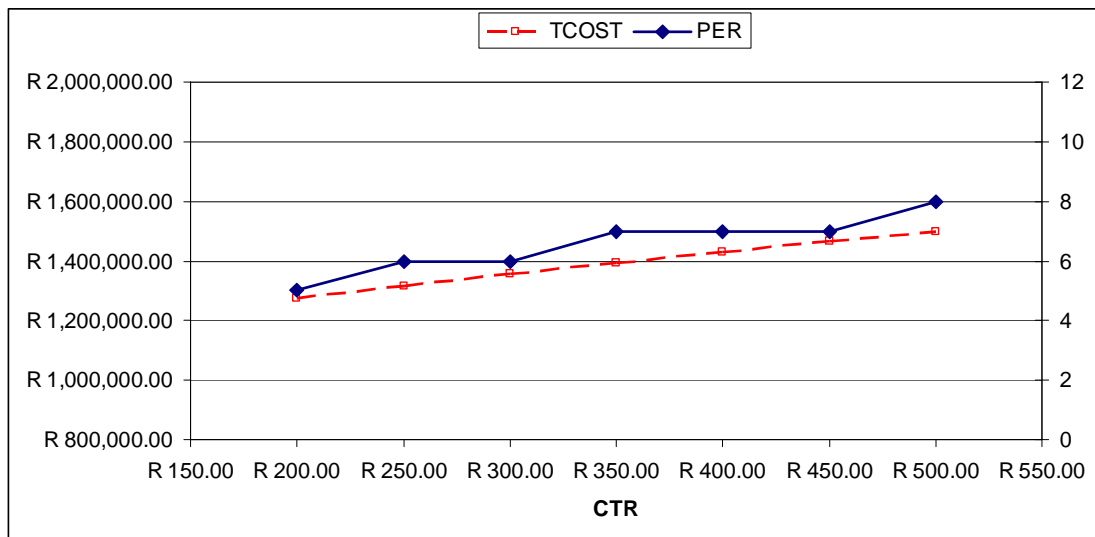
Verandering in TCOSt en PER a.g.v. die verandering in TFAIL.



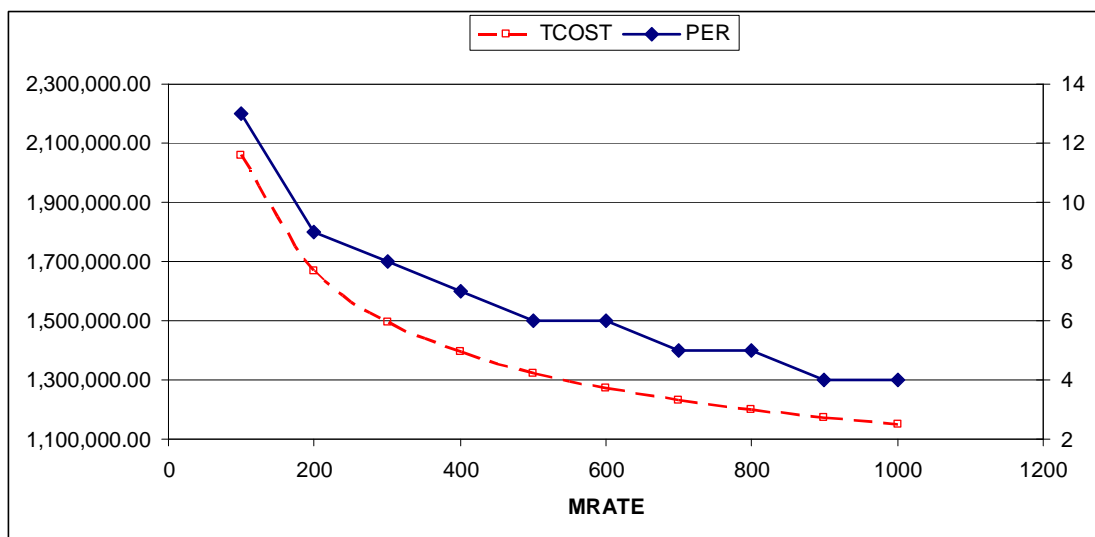
Verandering in TCOSt en PER a.g.v. die verandering in RFAIL.



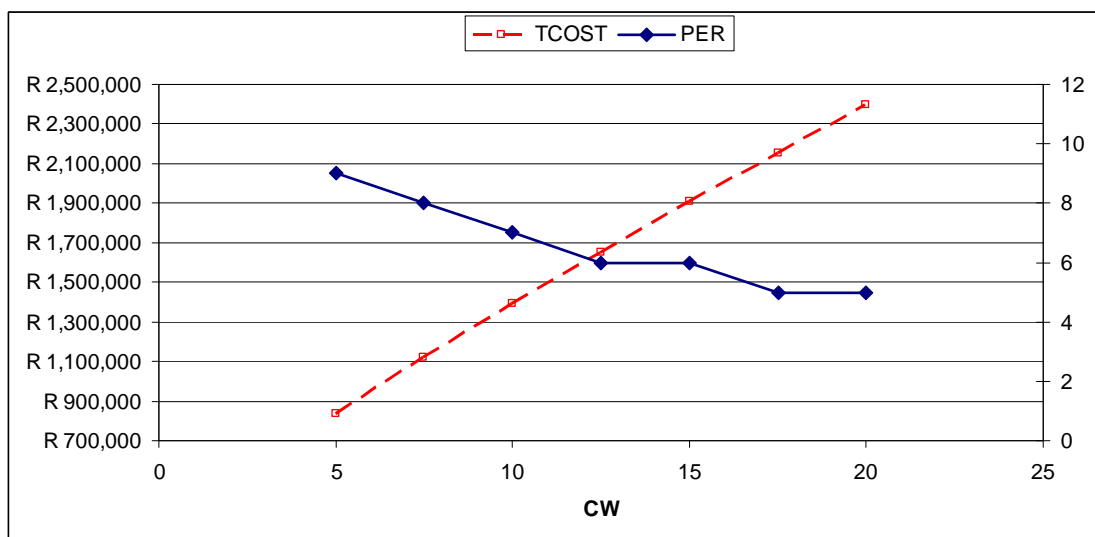
Verandering in TCOSt en PER a.g.v. die verandering in CRR.



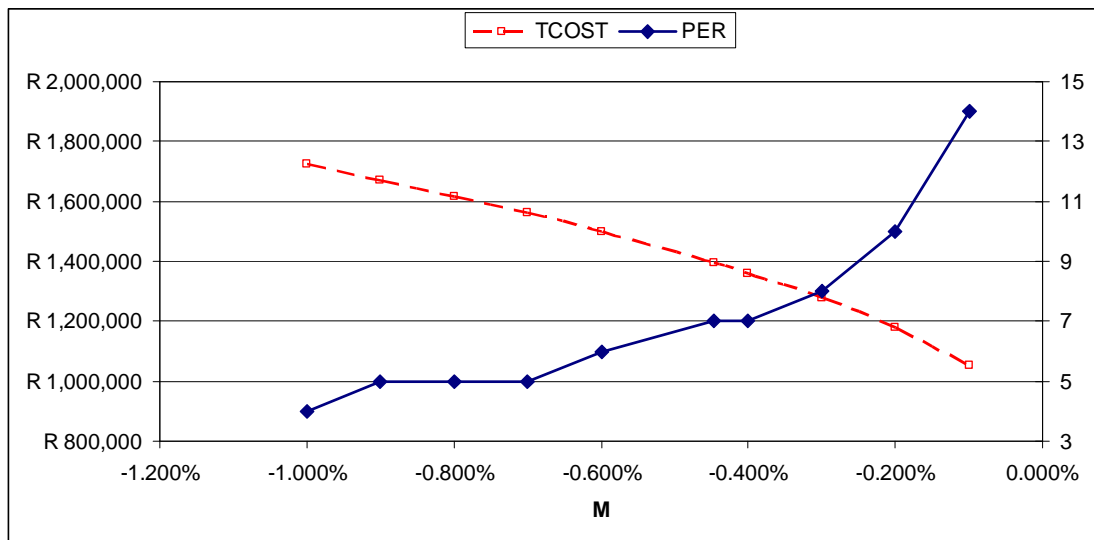
Verandering in TCost en PER a.g.v. die verandering in CTR.



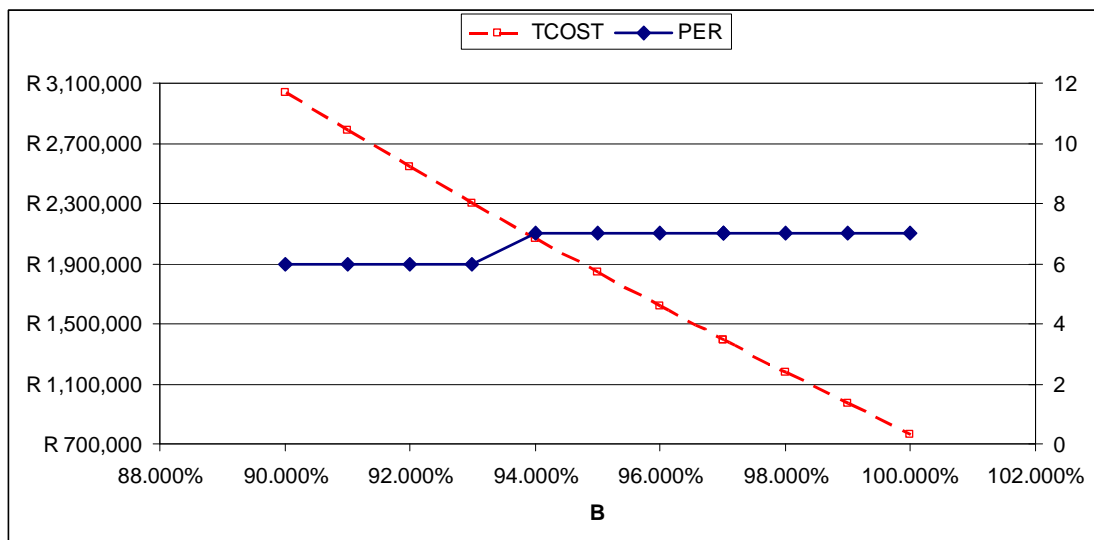
Verandering in TCost en PER a.g.v. die verandering in MRATE.



Verandering in TCost en PER a.g.v. die verandering in CW.



Verandering in TCOST en PER a.g.v. die verandering in M.



Verandering in TCOST en PER a.g.v. die verandering in B.

BYLAE 4

Kapitale eeheidskoste van Infrastruktuur

| Kategorie | Beskrywing | Eenheid | Standaard Eenheidskoste |
|----------------------------------|---|----------------|-------------------------|
| Boorgate | 0kW - 40kW | kW | R 4,200 |
| | 40kW - 85kW | kW | R 3,400 |
| Damme | Grond dam: Damwal volume: < 50 000m ³ | m ³ | R 195 |
| | Grond dam: Damwal volume: 50 000m ³ - 1 000 000m ³ | m ³ | R 160 |
| | Grond dam: Damwal volume: 1 000 000m ³ - 5 000 000m ³ | m ³ | R 120 |
| | Grond dam: Damwal volume: 10 000 000m ³ - 20 000 000m ³ | m ³ | R 85 |
| | Rollcrete: Damwal volume: < 50 000m ³ | m ³ | R 1,525 |
| | Rollcrete: Damwal volume: 50 000m ³ - 500 000m ³ | m ³ | R 1,400 |
| | Rollcrete: Damwal volume: 500 000m ³ - 2 500 000m ³ | m ³ | R 900 |
| | Rollcrete: Damwal volume: 2 500 000m ³ - 6 000 000m ³ | m ³ | R 700 |
| | Rockfill: Damwal volume: < 10 000m ³ | m ³ | R 200 |
| | Rockfill: Damwal volume: 10 000m ³ - 50 000m ³ | m ³ | R 190 |
| | Rockfill: Damwal volume: 50 000m ³ - 500 000m ³ | m ³ | R 180 |
| | Rockfill: Damwal volume: 500 000m ³ - 5 000 000m ³ | m ³ | R 165 |
| Suiweringswerke Siviele werke | < 2MI/dag | MI/dag | R 500,000 |
| | 2MI/d - 10MI/d | MI/dag | R 1,100,000 |
| | 10MI/d - 50MI/d | MI/dag | R 900,000 |
| Meganiese | < 2MI/dag | MI/dag | R 300,000 |
| | 2MI/d - 10MI/d | MI/dag | R 660,000 |
| | 10MI/d - 50MI/d | MI/dag | R 540,000 |
| Elektries | < 2MI/dag | MI/dag | R 200,000 |
| | 2MI/d - 10MI/d | MI/dag | R 440,000 |
| | 10MI/d - 50MI/d | MI/dag | R 360,000 |
| Pompstasies | | | |
| Siviele werke | < 5 kW | kW | R 29,417 |
| | 6 - 10 kW | kW | R 15,812 |
| | 11 - 25 kW | kW | R 7,501 |
| | 26 - 50 kW | kW | R 4,707 |
| | 51 - 75 kW | kW | R 3,775 |
| | 76 - 100 kW | kW | R 3,309 |
| | 101 - 150 kW | kW | R 2,844 |
| | 151 - 200 kW | kW | R 2,629 |
| | 201 - 250 kW | kW | R 2,500 |
| | 51 - 300 kW | kW | R 2,402 |
| | 301 - 350 kW | kW | R 2,332 |
| | 351 - 400 kW | kW | R 2,280 |
| | 401 - 450 kW | kW | R 2,247 |
| | 451 - 500 kW | kW | R 2,206 |
| Meganiese | < 5 kW | kW | R 55,893 |
| | 6 - 10 kW | kW | R 30,043 |
| | 11 - 25 kW | kW | R 14,253 |
| | 26 - 50 kW | kW | R 8,943 |
| | 51 - 75 kW | kW | R 7,173 |
| | 76 - 100 kW | kW | R 6,288 |
| | 101 - 150 kW | kW | R 5,403 |
| | 151 - 200 kW | kW | R 4,995 |
| | 201 - 250 kW | kW | R 4,751 |
| | 51 - 300 kW | kW | R 4,565 |
| | 301 - 350 kW | kW | R 4,432 |
| | 351 - 400 kW | kW | R 4,332 |
| | 401 - 450 kW | kW | R 4,270 |
| | 451 - 500 kW | kW | R 4,192 |
| Elektries | < 5 kW | kW | R 36,772 |
| | 6 - 10 kW | kW | R 19,765 |
| | 11 - 25 kW | kW | R 9,377 |
| | 26 - 50 kW | kW | R 5,883 |
| | 51 - 75 kW | kW | R 4,719 |
| | 76 - 100 kW | kW | R 4,137 |
| | 101 - 150 kW | kW | R 3,555 |
| | 151 - 200 kW | kW | R 3,286 |
| | 201 - 250 kW | kW | R 3,126 |
| | 51 - 300 kW | kW | R 3,003 |
| | 301 - 350 kW | kW | R 2,915 |
| | 351 - 400 kW | kW | R 2,850 |
| | 401 - 450 kW | kW | R 2,809 |
| | 451 - 500 kW | kW | R 2,758 |

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------|-------------|
| Waterpyplyne | Upvc 12bar - 80mm diameter | m | R 204 |
| | Upvc 12bar - 110mm diameter | m | R 280 |
| | Upvc 12bar - 160mm diameter | m | R 340 |
| | Upvc 12bar - 250mm diameter | m | R 525 |
| | Staal 12bar - 200mm diameter | m | R 778 |
| | Staal 12bar - 250mm diameter | m | R 940 |
| | Staal 12bar - 300mm diameter | m | R 1,228 |
| | Staal 12bar - 350mm diameter | m | R 1,472 |
| | Staal 12bar - 400mm diameter | m | R 1,599 |
| | Staal 12bar - 450mm diameter | m | R 1,766 |
| | Staal 12bar - 500mm diameter | m | R 1,895 |
| | Staal 12bar - 600mm diameter | m | R 1,997 |
| | Staal 12bar - 750mm diameter | m | R 2,509 |
| | Staal 12bar - 900mm diameter | m | R 3,431 |
| | Staal 12bar - 1100mm diameter | m | R 4,664 |
| | Staal 12bar - 1200mm diameter | m | R 6,639 |
| Stoor Reservoirs | < 1MI | kl | R 1,300 |
| | 1MI - 5MI | kl | R 800 |
| | 5MI - 20MI | kl | R 500 |
| | 20MI - 50MI | kl | R 400 |
| Druk Toring | < 200kl | kl | R 8,500 |
| | 200kl - 500kl | kl | R 7,400 |
| | 500kl - 1MI | kl | R 6,500 |
| | 1MI - 2.5MI | kl | R 5,000 |
| Rioolwerke Siviele werke | < 2MI/dag | MI/dag | R 2,500,000 |
| | 2MI/d - 10MI/d | MI/dag | R 2,000,000 |
| | 10MI/d - 50MI/d | MI/dag | R 1,750,000 |
| Meganiese | < 2MI/dag | MI/dag | R 1,500,000 |
| | 2MI/d - 10MI/d | MI/dag | R 1,200,000 |
| | 10MI/d - 50MI/d | MI/dag | R 1,050,000 |
| Elektries | < 2MI/dag | MI/dag | R 1,000,000 |
| | 2MI/d - 10MI/d | MI/dag | R 800,000 |
| | 10MI/d - 50MI/d | MI/dag | R 700,000 |
| Stygllyn | Upvc 12bar - 80mm diameter | m | R 204 |
| | Upvc 12bar - 110mm diameter | m | R 280 |
| | Upvc 12bar - 160mm diameter | m | R 340 |
| | Upvc 12bar - 250mm diameter | m | R 525 |
| | Staal 12bar - 200mm diameter | m | R 778 |
| | Staal 12bar - 250mm diameter | m | R 940 |
| | Staal 12bar - 300mm diameter | m | R 1,228 |
| | Staal 12bar - 350mm diameter | m | R 1,472 |
| | Staal 12bar - 400mm diameter | m | R 1,599 |
| | Staal 12bar - 450mm diameter | m | R 1,766 |
| | Staal 12bar - 500mm diameter | m | R 1,895 |
| | Staal 12bar - 600mm diameter | m | R 1,997 |
| | Staal 12bar - 750mm diameter | m | R 2,509 |
| | Staal 12bar - 900mm diameter | m | R 3,431 |
| | Staal 12bar - 1100mm diameter | m | R 4,664 |
| | Staal 12bar - 1200mm diameter | m | R 6,639 |
| Gravitasie pyplyn | 150mm diameter | m | R 716 |
| | 200mm diameter | m | R 745 |
| | 250mm diameter | m | R 845 |
| | 300mm diameter | m | R 1,020 |
| | 375mm diameter | m | R 1,089 |
| | 450mm diameter | m | R 1,422 |
| | 525mm diameter | m | R 1,678 |
| | 600mm diameter | m | R 1,998 |
| | 750mm diameter | m | R 2,544 |
| | 900mm diameter | m | R 3,353 |
| | 1050mm diameter | m | R 4,027 |
| | 1200mm diameter | m | R 4,880 |
| | 1350mm diameter | m | R 5,865 |
| | 1500mm diameter | m | R 6,940 |
| | 1625mm diameter | m | R 7,838 |
| | 1800mm diameter | m | R 9,221 |
| | 2000mm diameter | m | R 11,803 |

| | | | |
|-------------------------|--------------|----|----------|
| Riool pompstasie | | | |
| Siviele werke | < 5 kW | kW | R 37,088 |
| | 6 - 10 kW | kW | R 19,935 |
| | 11 - 25 kW | kW | R 9,457 |
| | 26 - 50 kW | kW | R 5,935 |
| | 51 - 75 kW | kW | R 4,760 |
| | 76 - 100 kW | kW | R 4,172 |
| | 101 - 150 kW | kW | R 3,585 |
| | 151 - 200 kW | kW | R 3,315 |
| | 201 - 250 kW | kW | R 3,125 |
| | 51 - 300 kW | kW | R 3,029 |
| | 301 - 350 kW | kW | R 2,941 |
| | 351 - 400 kW | kW | R 2,874 |
| | 401 - 450 kW | kW | R 2,833 |
| | 451 - 500 kW | kW | R 2,782 |
| Meganiese | < 5 kW | kW | R 60,431 |
| | 6 - 10 kW | kW | R 32,482 |
| | 11 - 25 kW | kW | R 15,410 |
| | 26 - 50 kW | kW | R 9,669 |
| | 51 - 75 kW | kW | R 7,755 |
| | 76 - 100 kW | kW | R 6,798 |
| | 101 - 150 kW | kW | R 5,842 |
| | 151 - 200 kW | kW | R 5,400 |
| | 201 - 250 kW | kW | R 5,137 |
| | 51 - 300 kW | kW | R 4,935 |
| | 301 - 350 kW | kW | R 4,791 |
| | 351 - 400 kW | kW | R 4,684 |
| | 401 - 450 kW | kW | R 4,617 |
| | 451 - 500 kW | kW | R 4,532 |
| Elektries | < 5 kW | kW | R 36,772 |
| | 6 - 10 kW | kW | R 19,765 |
| | 11 - 25 kW | kW | R 9,377 |
| | 26 - 50 kW | kW | R 5,883 |
| | 51 - 75 kW | kW | R 4,719 |
| | 76 - 100 kW | kW | R 4,137 |
| | 101 - 150 kW | kW | R 3,555 |
| | 151 - 200 kW | kW | R 3,286 |
| | 201 - 250 kW | kW | R 3,126 |
| | 51 - 300 kW | kW | R 3,003 |
| | 301 - 350 kW | kW | R 2,915 |
| | 351 - 400 kW | kW | R 2,850 |
| | 401 - 450 kW | kW | R 2,809 |
| | 451 - 500 kW | kW | R 2,758 |

BYLAE 5

Geïmplementeerde WAB/WB projekte

| Nr. | Projek naam | Implementerings datum | Projektkoste | Water besparing | Beskrywing | Verwysing |
|-----|--|--------------------------|--------------|--------------------------------|---|---|
| 1 | Tlhabane water verlies projek | Augustus 2000 | R 1,100,000 | 98 000 m ³ per jaar | Die projek behels die opsporing en herstel van lekkasie in die Tlhabane netwerk, asook die opstel van waterverlies bestuurs program. | McKenzie, Wegelin & Meyer 2002(b) : 2-1 |
| 2 | Boksburg infrastruktuur optimisering | Februarie 2000 | R 960,000 | 7 737 kl/maand | Die projek behels die vervanging van foutiewe toebehore en herstel van lekkasie van die interne stelsel by 48 skole in die Boksburg omgewing. | McKenzie <i>et al.</i> , 2002(b) : 3-1 |
| 3 | Kagiso Skool infrastruktuur optimisering | April 2001 | R 625,000 | 3 000 kl/maand | Die projek behels die vermindering van lekkasies deur die herstel van toilet geriewe en die herstel van lekkasies by 27 skole. | McKenzie <i>et al.</i> , 2002(b) : 3-9 |
| 4 | Johannesburg "Inner City" infrastruktuur optimisering. | September 1999 | R 1,320,000 | 170 l/dag/eenheid | Die projek behels die vermindering in lekkasies van 13 woonstelblokke deur die opgradering van 946 residensiële eenhede in Johannesburg sentraal. | McKenzie <i>et al.</i> , 2002(b) : 3-26 |
| 5 | Kagiso Siyong Amanzai infrastruktuur optimisering | Junie 2000 | R 1,500,000 | 280 000 kl/maand | 6 000 huishoudings in Sone 1 en 2 se lekkasie vlakke is verlaag deur die vervanging van foutiewe toebehore en die herstel van lekkasies in die eiendomme. | McKenzie <i>et al.</i> , 2002(b) : 3-32 |
| 6 | Odi lekkasie en infrastruktuur optimisering. | Junie 2000 | R 4,400,000 | 47 108 kl/maand | Die vermindering in die waterverliese in G-Rankuwa en Mabopane is te weeg gebring deur die herstel van lekkasie en die installasie van dubbele spoel stelsels in 16 244 huishoudings. | McKenzie <i>et al.</i> , 2002(b) : 3-39 |
| 7 | Sebokeng Emfuleni infrastruktuur optimisering. | April 1999 | R 2,100,000 | 25 000 kl/maand | Die Waterverliese in sone 12 is verminder deur die herstel van lekkasies van 3 500 huishoudings. | McKenzie <i>et al.</i> , 2002(b) : 3-45 |
| 8 | Soweto infrastruktuur optimisering infrastruktuur optimisering. | November 1997 | R 4,700,000 | 500 000 kl/maand | Die projek behels die verhoging in effektiewe watergebruik deur die herstel van lekkasies op 13 000 eiendomme. | McKenzie <i>et al.</i> , 2002(b) : 3-50 |
| 9 | Tembisa Oos infrastruktuur optimisering. | Junie 1998 | R 4,200,000 | 205 000 kl/maand | Die toestand van 24 000 eiendomme in Tembisa Oos is ondersoek en op 14 500 van hierdie eiendomme is water lekkasies herstel. | McKenzie <i>et al.</i> , 2002(b) : 3-56 |

| Nr. | Projek naam | Implementerings datum | Projektkoste | Water besparing | Beskrywing | Verwysing |
|-----|---|--------------------------|---------------|--|--|---|
| 10 | Tembisa Wes infrastruktuur optimisering. | April 1999 | R 2,500,000 | 95 888 kl/maand | Lekkasies is herstel op ongeveer 5 000 eiendomme in die wyke 4,5 en 6 van Tembisa Wes. | McKenzie <i>et al.</i> , 2002(b) : 3-61 |
| 11 | Thokoza infrastruktuur optimisering. | Desember 1996 | R 670,000 | 53 500 kl/maand | Die projek behels die verhoging in effektiewe watergebruik deur die herstel van lekkasies by 2 580 huishoudings. | McKenzie <i>et al.</i> , 2002(b) : 3-66 |
| 12 | Slovoville Drukbeheer. | Desember 2001 | R 57,000 | 216 000 kl/jaar | Die projek behels die verlaging van die netwerk verliese in Slovoville deur die installasie van tyd geregleerde drukbeheer. | McKenzie <i>et al.</i> , 2002(b) : 4-1 |
| 13 | Groter Bloemfontein & Mangaung WAB/WB. | 1998 - 2001 | R 1,100,000 | Ter waarde van R 4 000 000 oor die duurte van die projek | Die projek bestaan uit die installasie van sone meters en die vervanging van foutiewe watermeters. | Furumele 2004: B-4 |
| 14 | . ODI WAB/WB . | 1998 - 2000 | R 1,600,000 | 29 200 000 kl/jaar | Die projek bestaan uit die installasie van voorafbetaalde watermeters & die insluiting van ongemagtigde aansluitings in die finansiële stelsel. | Furumele 2004: B-6 |
| 15 | Motherwell Waterverlies ondersoek. | 1999 | R 468,000 | Minimum nagvloei is verlaag met 340 kl/uur | Die projek bestaan uit lekkasie opsporing en herstel gevolg deur ? watermeter vervangings program om die waterverliese in die stelsel te verlaag en die wanbetaling te verbeter. | Furumele 2004: B-17 |
| 16 | Sebokeng/Thembisa WAB/WB. | 1997 - 1998 | R 2,100,000 | 36.5% verlaging in die Sebokeng sone meter. | Die projek bestaan uit die herstel van lekkasie en die vervanging krane & 13l toiletbakke op 8 800 eiendomme in Sebokeng/Thembisa met die doel om waterverliese te beperk en wanbetaling te verlaag. | Furumele 2004: B-26 |
| 17 | Sydney – “Every drop Counts” infrastruktuur optimisering. | 2000 - 2002 | R 156,000,000 | 20.9k per huishouding per jaar | Die projek behels die vervanging stortkoppe, krane & toiletbakke in 200 000 huishoudings in Sydney. | Turner, White, Beatty & Gregory 2005:1 |

BYLAE 6

Infrastruktuur kostes vir geïmplementeerde projekte uit die literatuur.

| INFRASTRUKTUUR KOSTES | | | | | | |
|---|---|--|-------------------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Berekening van die Infrastruktuur koste van `n projek om dieselfde volume water (29 000 000kl per jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 14 | | | | | | |
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 1200mm diameter - | R 6,639 | m | 10 000 | R 66,390,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganies Elektries | 10MI/d - 50MI/d | R 900,000 R 540,000 R 360,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 120 | R 216,000,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 1200mm diameter - - | R 6,639 | m | 5 000 | R 33,195,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 200 000 20 000 | R 40,800,000 R 6,800,000 |
| 7 | Reservoirs | 20MI - 50MI - | R 400 | kl | 160 000 | R 64,000,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 427,185,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 618,883,838 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES | | | | | | |
|---|---|--|-------------------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------|
| Berekening van die Infrastruktuur koste van `n projek om dieselfde volume water (216 000 kl / jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 12 | | | | | | |
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 340 | m | 10 000 | R 3,400,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganies Elektries | < 2MI/dag | R 500,000 R 300,000 R 200,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 1 | R 900,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 110mm diameter - - | R 280 | m | 5 000 | R 1,400,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 7 500 750 | R 1,530,000 R 255,000 |
| 7 | Reservoirs | 1MI - 5MI - | R 800 | kl | 1 200 | R 960,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 8,445,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 12,234,685 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES | | | | | | |
|---|---|--|-------------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Berekening van die Infrastruktuur koste van `n projek om dieselfde volume water (3 360 000 kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 5. | | | | | | |
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 500mm diameter - | R 1,895 | m | 10 000 | R 18,950,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganies Elektries | 10MI/d - 50MI/d | R 900,000 R 540,000 R 360,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 14 | R 25,200,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 500mm diameter - - | R 1,895 | m | 5 000 | R 9,475,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 60 000 6 000 | R 12,240,000 R 2,040,000 |
| 7 | Reservoirs | 5MI - 20MI - | R 500 | kl | 20 000 | R 10,000,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 77,905,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 112,864,790 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES | | | | | | |
|--|---|--|-------------------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Berekening van die Infrastruktuur koste van `n projek om dieselfde volume water (6 000 000 kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 8 | | | | | | |
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 750mm diameter - | R 2,509 | m | 10 000 | R 25,090,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganies Elektries | 10MI/d - 50MI/d | R 900,000 R 540,000 R 360,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 25 | R 45,000,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 750mm diameter - - | R 2,509 | m | 5 000 | R 12,545,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 130 000 13 000 | R 26,520,000 R 4,420,000 |
| 7 | Reservoirs | 20MI - 50MI - | R 400 | kl | 32 000 | R 12,800,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 126,375,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 183,085,654 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES | | | | | | |
|--|---|--|---------------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Berekening van die Infrastruktuur koste van `n projek om dieselfde volume water (642 000kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 11 | | | | | | |
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 250mm diameter - | R 940 | m | 10 000 | R 9,400,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganies Elektries | 2MI/d - 10MI/d | R 1,100,000 R 660,000 R 440,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 3 | R 6,600,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 250mm diameter - - | R 940 | m | 5 000 | R 4,700,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 70 000 7 000 | R 14,280,000 R 2,380,000 |
| 7 | Reservoirs | 1MI - 5MI - | R 800 | kl | 3 500 | R 2,800,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 40,160,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 58,181,759 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES | | | | | | |
|---|---|--|-------------------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Berekening van die Infrastruktuur koste van `n projek om dieselfde volume water (2 460 000 kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 9. | | | | | | |
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 450mm diameter - | R 1,766 | m | 10 000 | R 17,660,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganies Elektries | 10MI/d - 50MI/d | R 900,000 R 540,000 R 360,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 10 | R 18,000,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 450mm diameter - - | R 1,766 | m | 5 000 | R 8,830,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 145 000 14 500 | R 29,580,000 R 4,930,000 |
| 7 | Reservoirs | 5MI - 20MI - | R 500 | kl | 13 500 | R 6,750,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 85,750,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 124,230,226 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES Berekening van die Infrastruktuur koste van 'n projek om dieselfde volume water (1 150 656 kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 10 | | | | | | |
|---|--|--|---------------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 300mm diameter - | R 1,228 | m | 10 000 | R 12,280,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganië Elektries | 2MI/d - 10MI/d | R 1,100,000 R 660,000 R 440,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 5 | R 11,000,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 300mm diameter - - | R 1,228 | m | 5 000 | R 6,140,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 50 000 5 000 | R 10,200,000 R 1,700,000 |
| 7 | Reservoirs | 5MI - 20MI - | R 500 | kl | 6 300 | R 3,150,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 44,470,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 64,425,868 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES Berekening van die Infrastruktuur koste van 'n projek om dieselfde volume water (300 000 kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 7. | | | | | | |
|---|--|--|-------------------------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 340 | m | 10 000 | R 3,400,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganië Elektries | < 2MI/dag | R 500,000 R 300,000 R 200,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 1 | R 1,000,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 160mm diameter - - | R 340 | m | 5 000 | R 1,700,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 35 000 3 500 | R 7,140,000 R 1,190,000 |
| 7 | Reservoirs | 1MI - 5MI - | R 800 | kl | 1 600 | R 1,280,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 15,710,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 22,759,847 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES | | | | | | |
|---|---|--|---------------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Berekening van die Infrastruktuur koste van `n projek om dieselfde volume water (565 296 kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 6. | | | | | | |
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 250mm diameter - | R 525 | m | 10 000 | R 5,250,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganies Elektries | 2MI/d - 10MI/d | R 1,100,000 R 660,000 R 440,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 3 | R 6,600,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 250mm diameter - - | R 940 | m | 5 000 | R 4,700,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 75 000 7 500 | R 15,300,000 R 2,550,000 |
| 7 | Reservoirs | 1MI - 5MI - | R 800 | kl | 3 100 | R 2,480,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 36,880,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 53,429,863 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES | | | | | | |
|---|---|--|-------------------------------------|----------------------------|--------------|------------------------|
| Berekening van die Infrastruktuur koste van `n projek om dieselfde volume water (92 844 kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 2 | | | | | | |
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 80mm diameter - | R 204 | m | 5 000 | R 1,020,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganies Elektries | < 2MI/dag | R 500,000 R 300,000 R 200,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 1 | R 1,000,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 80mm diameter - - | R 204 | m | 2 500 | R 510,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 3 500 350 | R 714,000 R 119,000 |
| 7 | Reservoirs | < 1MI - | R 1,300 | kl | 500 | R 650,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 4,013,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 5,813,830 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES Berekening van die Infrastruktuur koste van 'n projek om dieselfde volume water (98 000 kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 1 | | | | | | |
|---|--|--|-------------------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------|
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 80mm diameter - | R 204 | m | 5 000 | R 1,020,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganië Elektries | < 2MI/dag | R 500,000 R 300,000 R 200,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 1 | R 1,000,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 80mm diameter - - | R 204 | m | 2 500 | R 510,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 13 000 1 300 | R 2,652,000 R 442,000 |
| 7 | Reservoirs | < 1MI - | R 1,300 | kl | 500 | R 650,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 6,274,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 9,089,451 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES Berekening van die Infrastruktuur koste van 'n projek om dieselfde volume water (36 000 kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 3 | | | | | | |
|---|--|--|-------------------------------------|----------------------------|--------------|-----------------------|
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 80mm diameter - | R 204 | m | 5 000 | R 1,020,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganië Elektries | < 2MI/dag | R 500,000 R 300,000 R 200,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 1 | R 1,000,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 80mm diameter - - | R 204 | m | 2 500 | R 510,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 2 000 200 | R 408,000 R 68,000 |
| 7 | Reservoirs | < 1MI - | R 1,300 | kl | 200 | R 260,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 3,266,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 4,731,614 |

| <div> INFRASTRUKTUUR KOSTES </div> <div> Berekening van die Infrastruktuur koste van `n projek om dieselfde volume water (58 699 kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 4. </div> | | | | | | |
|---|---|--|-------------------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------|
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 80mm diameter - | R 204 | m | 5 000 | R 1,020,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganies Elektries | < 2MI/dag | R 500,000 R 300,000 R 200,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 1 | R 1,000,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Upvc 12bar - 80mm diameter - - | R 204 | m | 2 500 | R 510,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 9 500 950 | R 1,938,000 R 323,000 |
| 7 | Reservoirs | < 1MI - | R 1,300 | kl | 300 | R 390,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 5,181,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 7,505,969 |

| INFRASTRUKTUUR KOSTES | | | | | | |
|--|---|--|-------------------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Berekening van die Infrastruktuur koste van `n projek om dieselfde volume water (4 180 000 kl/jaar) te voorsien as die besparing in projek nr. 17. | | | | | | |
| | KATEGORIE | TIPE | EENHEIDSKOSTE | EENHEID | HOEEVEELHEID | TOTALE KOSTE |
| 3 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 600mm diameter - | R 1,997 | m | 10 000 | R 19,970,000 |
| 4 | Suiweringswerke Siviele werke Meganies Elektries | 10MI/d - 50MI/d | R 900,000 R 540,000 R 360,000 | MI/dag MI/dag MI/dag | 17 | R 30,600,000 |
| 5 | Grootmaat pyplydings | Staal 12bar - 600mm diameter - - | R 1,997 | m | 5 000 | R 9,985,000 |
| 6 | Verspreidingsnetwerk | Upvc 12bar - 80mm diameter Upvc 12bar - 160mm diameter - | R 204 R 340 | m m | 1 600 000 160 000 | R 326,400,000 R 54,400,000 |
| 7 | Reservoirs | 1MI - 5MI - | R 800 | kl | 2 000 | R 1,600,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2004) | | | | R 442,955,000 |
| | TOTAAL | (Julie 2010) | | | | R 641,730,609 |